

壓延機のプレンベアリングをローラーベアリングに 改裝したる結果に就て

(日本鐵鋼協會 第 10 回講演大會講演)

宗 田 太 郎 *

ON THE RESULTS OF RECONSTRUCTION OF ROLLER NECK BEARINGS OF A CONTINUOUS ROLLING MILL.

By Taro Soda

SYNOPSIS:—The first patent for a ball bearing had been taken out as far back as the sixties, but its principle was not brought into a general application till the development of the bicycle industry in the full nineties. The bearing used in those days certainly contained balls, but they did not rotate between separate ball races as in modern constructions.

Following the invention of the single row ball bearing with filling slot, now in general use, by the German professor Stribeck in 1898, and also the double row self-aligning ball bearing by the Swede Sven Wingquist in 1907 the ball bearing industry was developed very rapidly, not only in the bicycle industry but also in the textile and machine industries.

In 1908 the cylindrical roller bearing was invented by the German firm Norma, now belonging to the S. K. F. concern. Together with the ball bearing, it was generally used in many places for its excellent function as efficient as the ball bearing. On the other hand the requirement for self-alignment could not adequately be met by means of such a simple type, and several attempts were made to attain this principle. In order to solve this problem S. K. F. have developed their spherical roller type and gradually improved their designs during year 1917-1919. Notwithstanding these strenuous efforts, the roller bearings have not generally been applied in rolling mills for the reason of severe shocks due to a heavy load on bearings and also of the obstruction of hard scales and objectionable dusts entering into the bearings proper. But in about the year 1925, as the results of researches scientifically and perseveringly made, S. K. F. succeeded in placing these bearings in rolling mills from which we can understand that the successful introduction of roller bearings into rolling mill works is of quite a recent event. At present time three types of roller bearings are used in rolling mills:—

1. Fischer cylindrical roller bearing, Germany.
2. Timken tapered " " America.
3. S. K. F. spherical " " Sweden.

The Plate and Sheet Mills, the Kawasaki Dockyard and Co., Kobe, embarked to reconstruct roller neck bearings of four continuous stands of the sheet bar mill, and commencing from Nov. 1931, the complete alteration was successfully finished in Jan. 1933.

The power saving trial was prosecuted lasting at least for one week each time after bearings of every one stand were reconstructed. Four trials in all have been carried out satisfactorily in order to find out how much the power could be saved and also to confirm whether the new application of roller bearings would meet our expectation.

The results of trials are described in this paper which we believe would be a good reference to the rolling mill industries.

目 次

グの種類及特徴 2. ベアリングの選定 a. 一般關係事項 b. ローリングプレツシユアー c. キャリイグキヤパシテイー d. 選定經過

3. 使用したるベアリング a. 構造 b. 材質 c. 壽命
4. ロール 5. スタンド 6. カップリング

IV 使用及び維持方法

1. 組立及び取付け 2. 取外し及び分解 3. ベアリング用油 4. 検査及び手入

V 使用したる結果

I 緒 言

II 改裝したる場所及び時期

1. シートバーミルの設備概要 2. 改裝したる場所 3. 改裝したる時期

III 使用したるローラーベアリング

1. 現在ローリングミルに用ひられてゐるローラーベアリン

* 川崎造船所製鐵工場

1. 電力節約量 a. 推定節約量 b. 實際節約量
 - (1) 積電力計より求めたる節約量 (2) 電力曲線より求めたる節約量
2. 其他の利益 3. 各部の磨滅量 4. 現在の壓延吨數

VI 改裝費の回收期

1. 第四機の回收期 a. 豫想 b. 實際 2. 第三機の回收期
3. 第二機の回收期 4. 第一機の回收期

VII 總 括

I. 緒 言

ボールベアリングの最初の特許が取られたのは遠く 1860 年代の昔の事であるが、漸く 1890 年代に至り自轉車工業が発達するに伴ひ、遂に一般的に用ひられる様になつたものである。然し乍らこの時代のボールベアリングは専ら自轉車のハブ (Hub) に用ひられたものであつて、今日一般に用ひられてゐるボールベアリングの如く、ボールが内外別々のレース (Race) の間を回轉するものではなく、單にハブの金物の間を回轉するものであつた。

1898 年に獨逸の Striebeck 教授により今日のフィリングスロット (Filling slot) のあるシングルローボールベアリング (Single row ball bearing) が發明せられ、次で 1906 年に瑞典の Sven Wingquist によりセルフアライニングダブルローボールベアリング (Self aligning double row ball bearing) が發明せられるに及んで初

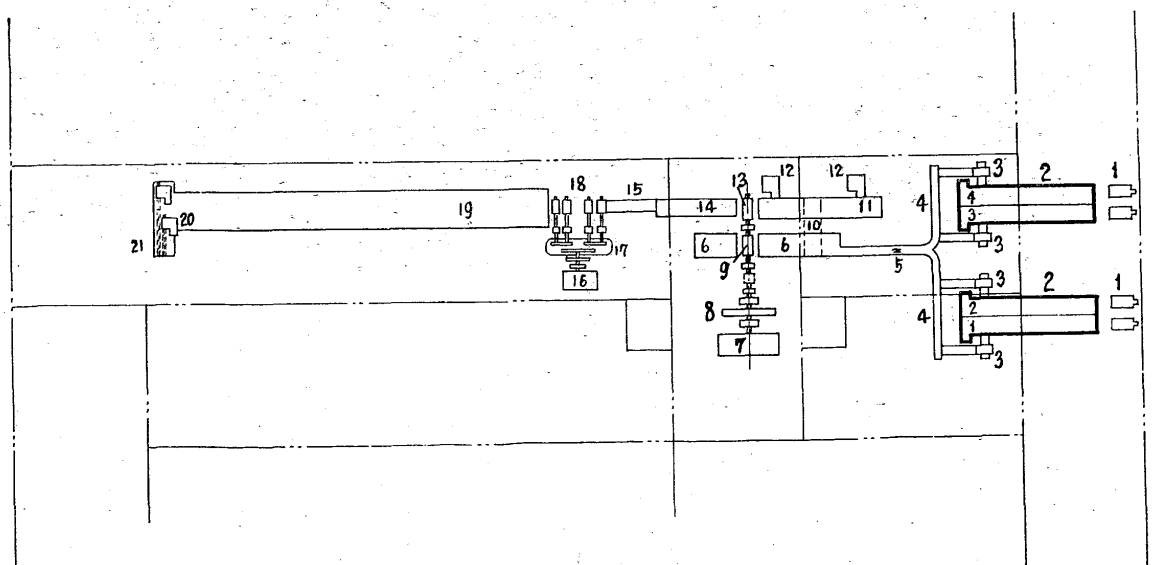
めてボールベアリングは長足の進歩をなし、唯に自轉車工業のみならず進んで自動車工業織物工業其他一般の機械工業にも用ひられる様になつた。

其後 1908 年に獨逸の Norma 會社 (現在は瑞典の SKF 會社に合併) によりシリンドリカルローラーベアリング (Cylindrical roller bearing) が發明せられ、其の優秀なる機能の爲に共に盛に用ひられたが、尙ほこの時代のもはセルフアライニングの點に於て充分でなかつたので、種々工夫研究の結果、遂に 1919 年に至り瑞典の SKF 會社によりこのセルフアライニングローラーベアリングが完成され、各方面に重要されるに至つた。

然し乍ら獨りローリングミルに於ては其の特有の大なるシヨックを伴ふビーロードと多量の固い鋭いダストの爲、之が使用を危険視され、遂に近年に至る迄用ひられるに至らなかつたが、漸く 1925 年に至り瑞典の SKF 會社によつて種々苦心研究の結果、遂に使用に成功される様になつたものである。従つてローリングミルに於けるローラーベアリングは未だ日尙ほ淺く、今日と云へども未だ一般には用ひられず、特種のコールド及びホットローリングミルに使用されてゐるのみである。

この歐米諸國に於ても尙ほ新しい試みであるローラーベアリングを、川崎造船所製鉄工場に於て、昭和 6 年 11 月より昭和 8 年 1 月に至る約 1 ヶ年餘りの間に、其のシートバーミル (Sheet bar mill) の連續ロール機全部に裝備したので、次に其の結果に就て述べる。尙ほ本文は筆者第 7 回講演大會發表の「シートバーミルに就て」の續報とも見做し得るものである。

第 1 圖 シートバーミル全體配置



- | | | |
|----------------|------------------|----------------|
| (1) 鋼塊裝入機 | (8) フライホイール | (15) ローラーテーブル |
| (2) 加熱爐 | (9) 第一荒ロール機 | (16) 電動機 |
| (3) 鋼塊搬出機 | (10) コンベヤー | (17) ギヤリング |
| (4) ローラーテーブル | (11) ローラーテーブル | (18) 連續ロール機 |
| (5) 鋼塊方向轉換機 | (12) 剪斷機 | (19) クーリングテーブル |
| (6) テイルテングテーブル | (13) 第二荒ロール機 | (20) 剪斷機 |
| (7) 電動機 | (14) テイルテイングテーブル | (21) 搬出機 |

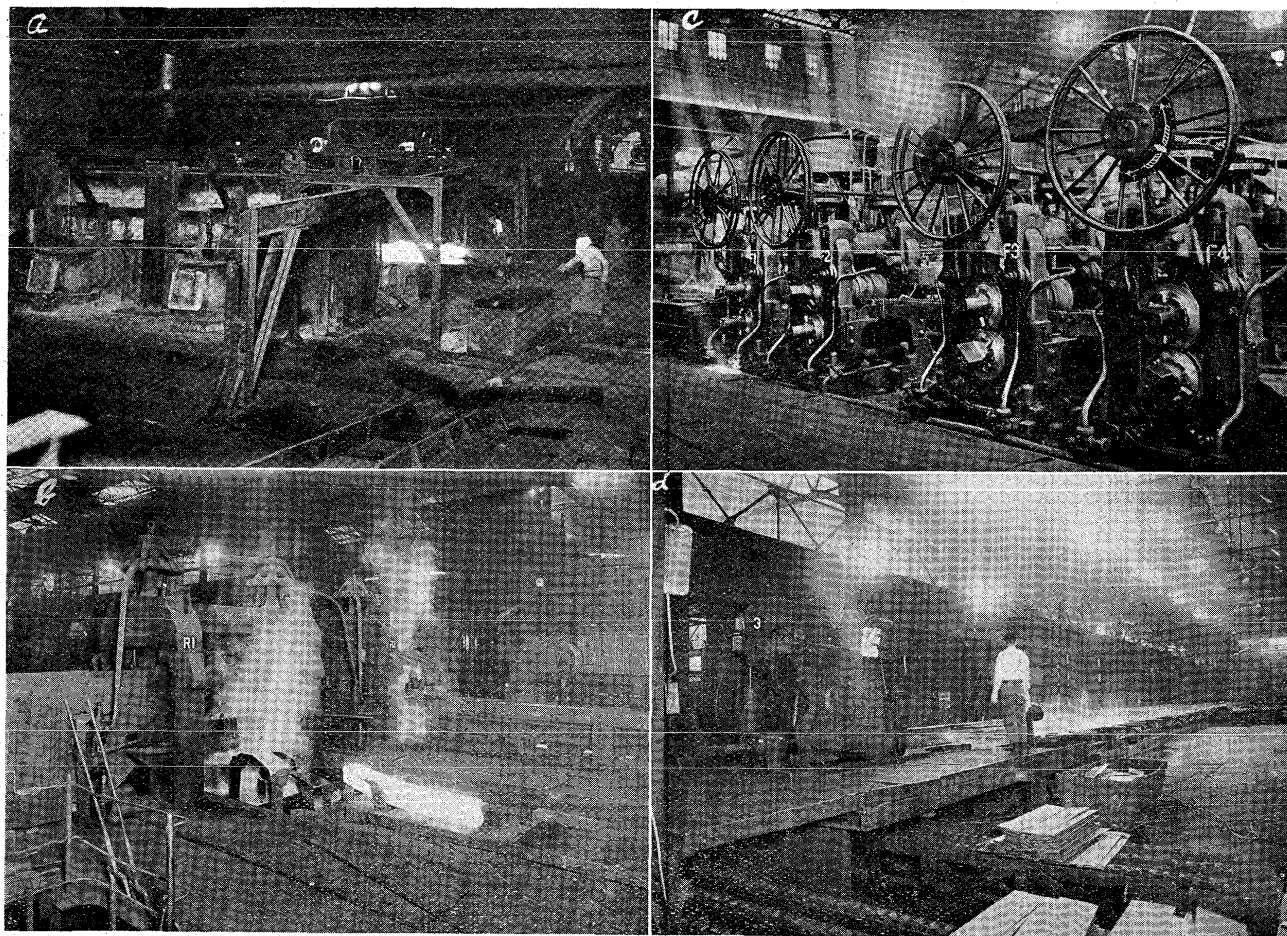
II. 改裝したる場所及び時期

1. シートバーミルの設備概要 シートバーミルの設備の概要を示すと第1圖の通りである。

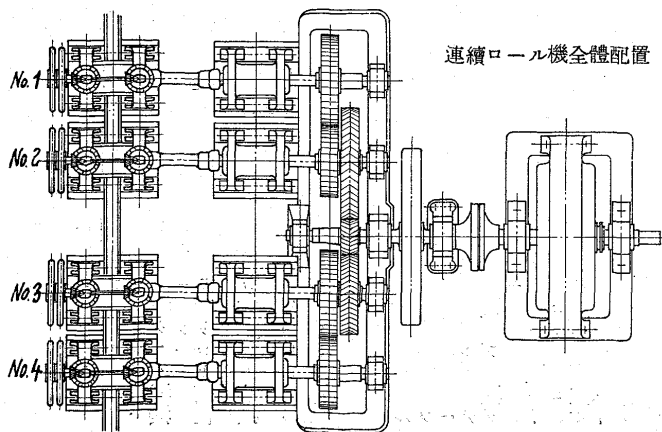
次の寫眞aは(2)に示した加熱爐、bは(9)及び(13)に示した第一、二荒ロール機、cは(18)に示した連續ロール機、dは(19)、(20)及び(21)に示したクーリングテーブル、剪斷機及び搬出機を示す。

2. 改裝したる場所 ローラーベアリングに改裝したる

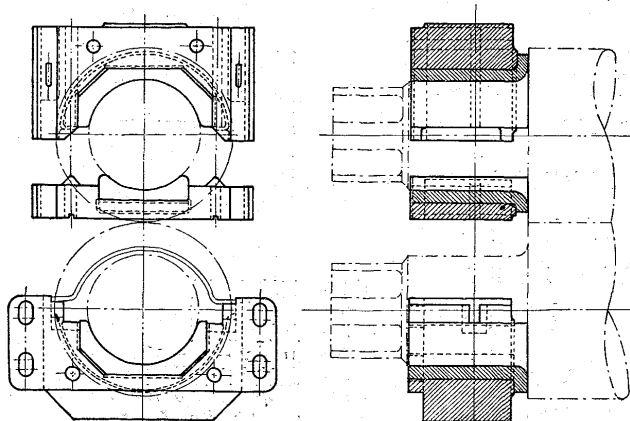
寫眞 a-d



第2圖



第3圖 プレンベアリング

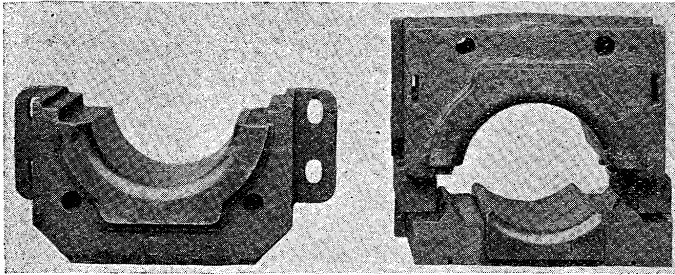


場所は第1圖(18)第2圖及寫眞cに示した第1より第4迄の4組の二段ロールよりなる連續ロール機の各ベアリングである。

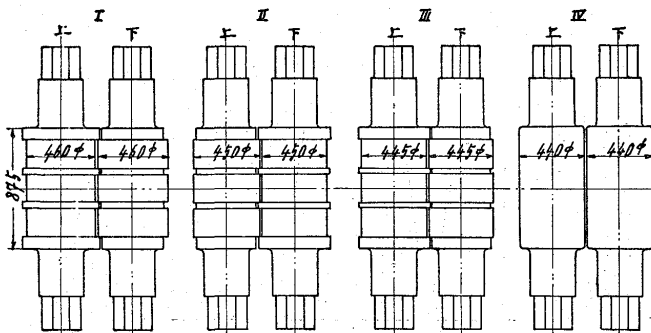
第3圖及び寫眞eはこのベアリングを示す。ベアリングメタルの主なる寸法を示すと内徑 300 mm、長さ 320 mm 厚さ 25 mm である。材質は燐青銅であつて其の各成分の割合は銅 85%、錫 8.2~8.1%、鉛 6%、燐 0.8~0.9% である。第4圖は各ロール及び其の寸法を示すものであつて材質は第1より第3迄がフォーヂドスチール (Forged

steel)、第 4 がチルドキヤストアイオン (Chilled cast iron) である。而して之等各ロールの毎分の回轉數は第一

寫 眞 e



第 4 圖 舊連續ロール



62、第二 86、第三 120、第四 167 であつて、之等のドライビングモーターは回轉數毎分 235、馬力 2,380 の三相誘導電動機である。

3. 改裝したる時期

第四機 昭和 6 年 11 月 8 日 第二機 昭和 8 年 11 月 13 日

第三機 昭和 7 年 5 月 22 日 第一機 同年 1 月 22 日

III. 使用したるローラーベアリング

1. 現在ローリングミルに用ひられてゐるローラーベアリングの種類及び特徴 今日ローリングミルに用ひられてゐるローラーベアリングは、次の第 5 圖 A に示す獨逸の Fischer 會社のシリンダカルローラーベアリング、B に示す米國の Timken 會社のテーパードローラーベアリング (Tapered roller bearing) 及び C.D.E. に示す瑞典の SKF 會社のスフェリカルローラーベアリング (Spherical roller bearing) の 3 つの主なる種類に分ける事が出来る。圖に見る如く B のティムケンローラーベアリングに於ては、ロールのジャーナルはシリンダカルであつて、ベアリングのインナーレースは之にイージーフィット (Easy fit) されるのであるが、他のフィツシヤローラーベアリング及び SKF ロローラーベアリングに於ては、ジャーナルはコニカル (Conical) であつて、タイトフィット

(Tight fit) される (但し E に示す SKF ロローラーベアリングのインナーレースはスリーブ (Sleeve) に焼嵌めされ、そのスリーブがジャーナルにタイトフィットされる)。

然し乍らこの兩者の方法には各々長所短所がある。即ち B のライムケンの方法はベアリングの取付け取外しは頗る容易であるが、ジャーナルの磨滅は甚だしいと云ふ缺點がある。この磨滅はチルドロールの場合は比較的少くてすむが、スチールロールの場合は、適當な給油で救助せざる限りどうしても避ける事が出来ない。之に反してフィツシヤ及び SKF の方法はベアリングの取付け取外しは相當困難であると云ふ缺點はあるが、斯かるジャーナルの磨滅は全然ない。

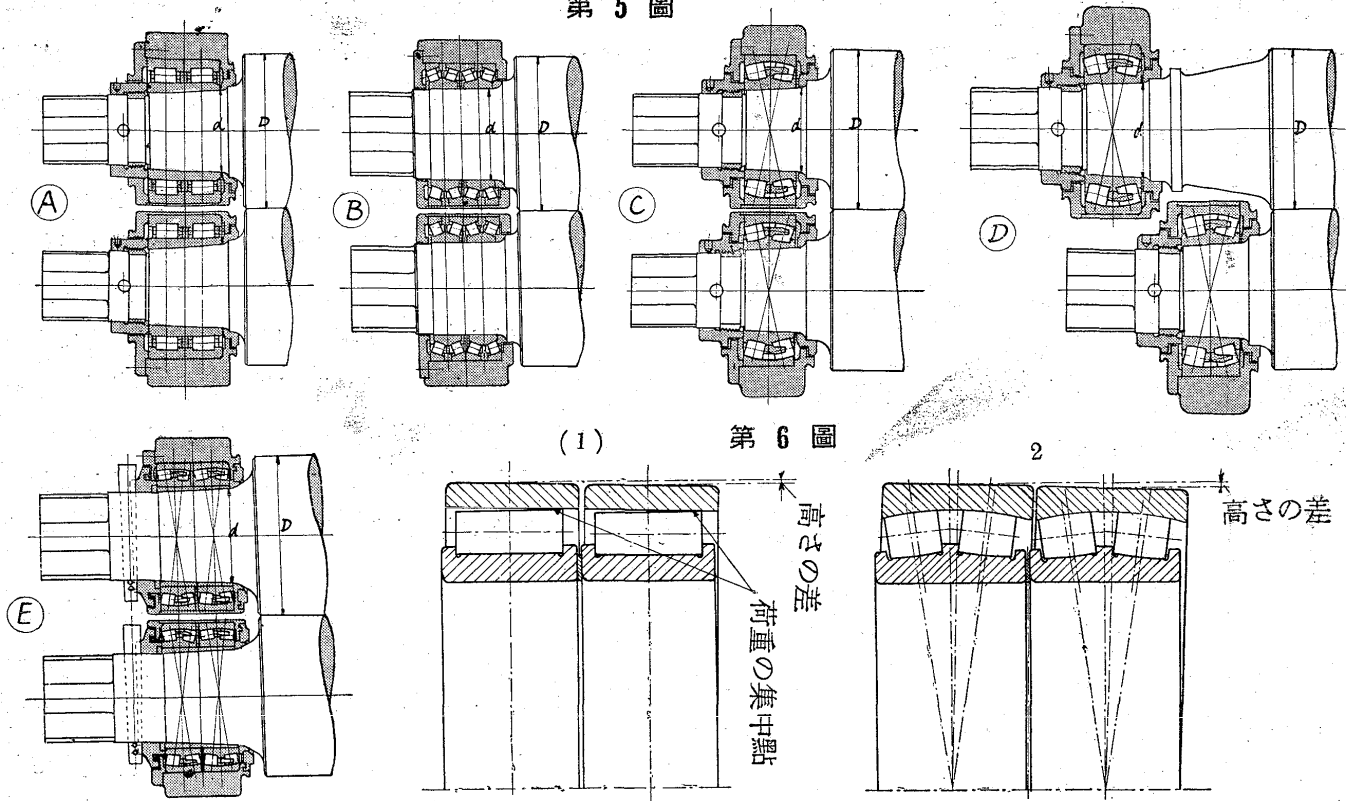
尙ほシリンダカルローラーベアリングは第 6 圖 (1) に示す如く、そのローラーの長さが長い程ロードの分布が平等でないと云ふ缺點がある。従つてこのローラーは可及的短くする必要があり、ヘビーロードに對しては不適當である。之に反して (2) に示したスフェリカルローラーベアリングはそのセルフアライニングの性質の爲、斯かるロードの分布の不平均と云ふ事は絶體にない。

2. ベアリングの選定

a. 一般關係事項：一 ベアリングの選定に際し一般的に留意すべき諸事項を挙げると次の通りである。

- (イ) 使用せんとするベアリングは長期に亘り正確なる状態で働き得るものでなければならぬ。
- (ロ) 且つ與へられたるウオーキングコンディションのもとで満足なる壽命が得らるべき、充分なるキャリイングキャパシティー (Carrying capacity) を持つてゐるものでなければならぬ。
- (ハ) 起り得べきロードに對して充分なる知識を持つてゐなければならぬ。
- (ニ) ベアリング内のプレツシュアーの分布は總てのプラクティカルコンディションのもとに於て設計通りのものでなければならぬ。
- (ホ) ロールのジャーナルの直径は充分に取られてなければならぬ。
- (ヘ) ベアリングはジャーナルに這行のない様に充分にタイトフィットされるものでなければならぬ。
- (ト) ロールの組替はブレンベアリングの場合よりも餘計に時間がかゝつてはならぬ。

第 5 圖



(チ) ロールの調整は正確且つ敏速に行はれ得なければならぬ。

(リ) ベアリングはロール折損によつて害を受ける様なものであつてはならぬ。

(ヌ) ベアリングは現在のロール及びスタンドになるべく取付け得るものでなければならぬ。

b. ローリングプレツシュア (Rolling pressure)

— 壓延の際のパワー及びプレツシュアの計算を歴史的に考えると先づ Fink¹⁾ の式がある。

即ち $A = KV \ln \frac{l_2}{l_1}$

式中 K = 抗壓力 V = 容 積 l_1 = 壓延前の長さ
 l_2 = 壓延後の長さ

次に Puppe²⁾ の實驗により求めたる單位壓縮容積に對するエネルギーダイヤモンドがある。この Puppe の實驗結果を基礎として作られたものに M. Herrmann 及び K. Láng³⁾ の式がある。

即ち $P = KF \frac{1 + \frac{1 - \cos \alpha}{2}}{\sin \alpha}$

式中

$$K = C \left[\frac{144 - \left(\frac{t}{100} - 2 \right)^2}{200} \right] \sqrt{\frac{h}{h_1}}$$

$$^3 \sqrt{D_1 \left[7 - \frac{16.6}{(V + 0.4)^2 + 2.61} \right]}$$

$C = 180$

F = the reduction in section due to passage between the rolls in cm^2

h = the height of the blank before entry in cm .

h_1 = the height of the blank after exit in cm .

D_1 = the roll diameter

V = the peripheral speed of the roll in m/sec

α = the gripping angle

尚ほ次の式がある。 $P = kF^4$

式中

F = 壓延材とロールとの接觸面積

k = 抗壓力 ($6-12 kgm.m^2$)

斯の如く種々の式があるが、以上の式は何れも缺陷があつて實際に適用する事が出来ないものである。今日斷面が

¹⁾ Tafel, Walzen und Walzen-Kalibrien, S. 284

²⁾ Puppe, Walzwerkswesen, 1. Band, S. 659

³⁾ The Ball Bearing Journal, 1930 No. 1, P. 3 Stahl und Eisen, 1911, S. 1706 1915, S. 10

⁴⁾ Hütte, Taschenbuch Für Eisenhüttenleute, S. 626

比較的少く、且つ炭素量も餘り少くないものに適用して信頼の出来るものに、次の S. Ekelund⁵⁾ の式がある。

即ち

$$P = b_m \sqrt{R(h_1 - h_2)} \left(1 + \frac{1.6 \mu \sqrt{R(h_1 - h_2)} - 1.2(h_1 - h_2)}{h_1 + h_2} \right) \left(T + \frac{2\varepsilon V \sqrt{\frac{h_1 - h_2}{R}}}{h_1 + h_2} \right)$$

式中

P = the rolling pressure in kg

b_m = the average width of the blank in mm

R = the radius of the rolls at the bottom of the pass in mm

h_1 = the height of the blank before entry in mm

h_2 = the height of the blank after exit in mm

μ = the coefficient of friction between blank and rolls.

T = the compression strength of the material in kg/mm^2

ε = the ductility constant of the material in $kg\text{-secs}/mm^2$

V = the peripheral speed at the bottom of the pass in $mm/secs$

而して μ , ε 及び T は次の式によつて決められる。

$$\mu = 1.05 - 0.0005t \quad (1)$$

$$\varepsilon = 0.01(14 - 0.01t) \quad (2)$$

$$T = (14 - 0.01t)(1.4 + C + Mn) \quad (3)$$

式中

t = the temperature of the blank in $deg^{\circ}C$

C = the carbon content of the blank expressed as a percentage

Mn = the manganese content of the blank expressed as a percentage

但し μ の値は上式より求めらるゝものゝ 0.8 倍⁶⁾ をとるのが適當であると云はれてゐる。尚ほ (1) 式は温度 4700°C、(2) 式及び (3) 式は温度 $\geq 800^{\circ}C$ 、 Mn 量 $\leq 1\%$ のものに適用せられる。

今上式を用ひて最も普通に製作する 6mm シートバー壓延の場合の、連続ロール機の各スタンドの、ローリングプレツシユアーを計算した結果を示すと次の通りである。

$b_m = 200 mm$

$R = 230, 225, 222.5, 220 mm$

$h_1 = 23.5, 17, 12.35, 8.8 "$

$h_2 = 17, 12.35, 8.8, 6 "$

$\mu = 0.4, 0.408, 0.424, 0.44$

(温度 1,100°C, 1080°C, 1040°C, 1020°C)

$T = 5.3, 5.7, 6.4, 6.8 kg/mm^2$

(Carbon content 0.08, Manganese content 0.3)

$\varepsilon = 0.03, 0.032, 0.036, 0.038 kg\text{-secs}/mm^2$

$V = 1,492.5, 2,025.3, 2,794.6, 3,845.5 mm/secs$

之等の各値を代入すれば各スタンドのローリングプレツシユアーが得られる。

即ち

第一機 62.5t 第二機 64 第三機 72 第四機 87

然るに上記の如き低い C 及び Mn 量のものに對してはこの Ekelund の式は若干小なる値を與へるので、之等の値を約 15%⁷⁾ 増加する必要がある。即ち

第一機 72t 第二機 74 第三機 83 第四機 100

c. キャリングキャパシティー:— ローラーベアリングのキャリイキャパシティーを示すものに次の Stribeck の式がある。

$$P = K \frac{ndl}{5} \quad (8)$$

即ち

式中

P = the bearing load

K = the specific roller load

n = the number of rollers

d = the diameter of the rollers

l = the length " " "

而して上式はベアリングの靜的荷重能力を示すものであつて、疲勞による破損は考へに入れてない。然し乍ら實際のベアリングの破損は不正なるマウンテイング或は異物の侵入によらざる限り、必ず疲勞によるものである。従つて上

⁵⁾ Jorntkontorets, Annaler, 1927, No. 2

The Ball Bearing Journal, 1930, No. 1, P. 4

⁶⁾ SKF 會社 Gothenburg 研究所の實驗結果による

⁷⁾ SKF 會社 Gothenburg 研究所の研究結果による

⁸⁾ G. Palmgren, On the Introduction of Roller Bearings into Rolling Bearing Mills, P. 6

式は實際の場合には適用出来ないが大體のベアリングロードの見當をつけるのには甚だ便利であるので、この式を用ひて第5圖(同一ロール直徑即ち 320 mm のものに適用し得べき各種のローラーベアリングを示す)の各々のベアリングのキャリイグキャパシティーを計算する。

今スペシフィックローラーロード $K=70 \text{ kg/mm}^2$ とすれば次の如くなる。

$$A \quad P=70 \frac{34 \times 31 \times 45}{5} \approx 664,000 \text{ kg}$$

$$B \quad \text{''} = \text{''} \frac{104 \times 25 \times 21}{5} \approx 764,000 \text{ ''}$$

$$C \quad \text{''} = \text{''} \frac{38 \times 33 \times 38}{5} \approx 667,000 \text{ ''}$$

$$D \quad \text{''} = \text{''} \frac{38 \times 37 \times 42}{2} \approx 827,000 \text{ ''}$$

$$E \quad \text{''} = \text{''} \frac{120 \times 21 \times 27}{5} \approx 953,000 \text{ ''}$$

次に之等のベアリングの壽命は此のキャリイグキャパシティーの三乗⁹⁾の函數であるとすれば、相對的の壽命は下の如くである。

A 1.0, B 1.5, C 1.0, D 2.0, E 3.0,
尙ほロールの直徑とジャーナルとの比を示せば次の通りである。

$$A \quad \frac{d}{D}=0.525 \quad C \quad \frac{d}{D}=0.525 \quad E \quad \frac{d}{D}=0.59$$

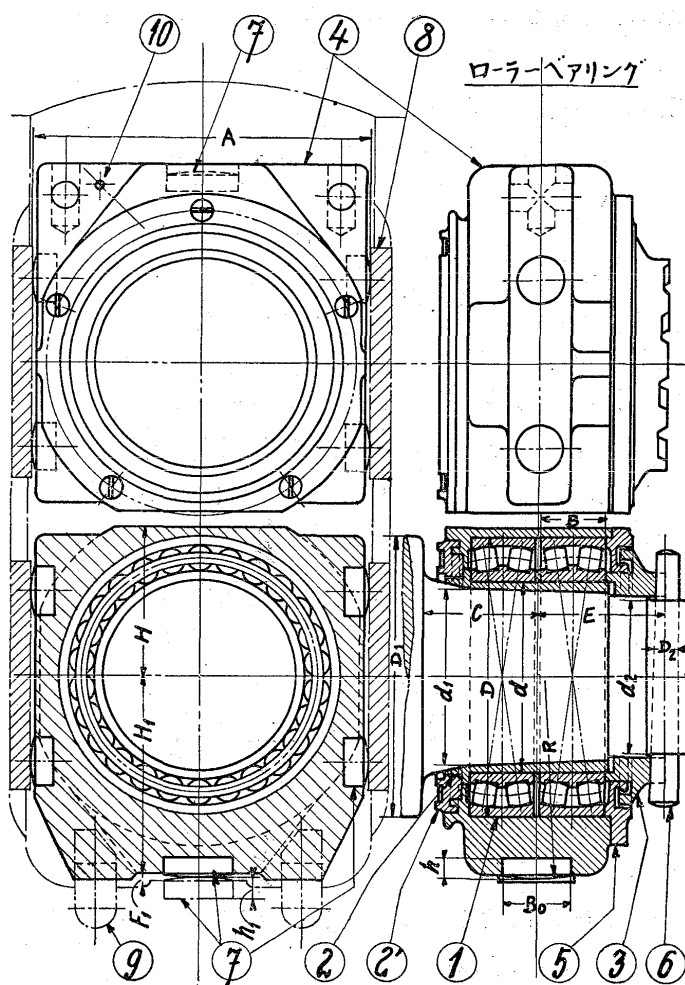
$$B \quad \frac{d}{D}=0.59 \quad D \quad \frac{d}{D}=0.59$$

d. 選定經過：一前述の結果より大體ヘビーロードのローリングミルのベアリングに對して、第5圖に示したSKF 會社のスフェリカルローラーベアリングが最も適當であると云ふ事が分るその内キャリイグキャパシティー及び壽命の最も大であるEのものが一番適當である。Dに示したベアリングはベアリング取付のスペースが充分でない場合の特種の設計を示したものである。

第7圖はこのEの詳細を示すものである。而してこのベアリングには第1表に示す如き種々なる寸法のものがある。

第8は圖 SKF 會社 Gothenburg 研究所で實驗された、上記各寸法のベアリングに對する壽命試験の結果を示すものであつて縦軸はベアリングロード、横軸は壽命を回轉數で表す。

第7圖 ローラーベアリング



之等の各曲線は實驗されたベアリングの1割が破損する回轉數を示するものであつて、平均の壽命は之の3~5倍である。而して連續ロール機の第4機のロールの直徑は440 mm であり、ジャーナルの直徑は300 mm である。今第1表の No.18 の所を見ると之等の寸法に近い、即ちロールの最小直徑 430 mm ジャーナルの直徑 280 mm と云ふベアリングが得られる。

之等各直徑で充分の強さがあるかどうかを計算して見る普通の計算では始めにアローワブルベンディングストレスの K_b をアシュームするのであるが、こゝでは逆に之等の直徑でどれ位の K_b になるかを調べる。

(1) $D_{min}=430 \text{ mm}$ の場合の K_b

$$\frac{P}{2} \times \frac{L+1}{2} = WR \times K_b$$

式中

$$W_R = \text{moment of resistance of roll} = \frac{\pi D^3}{32}$$

$K_b = \text{allowable bending stress}$

$P = 100,000 \text{ kg}$

⁹⁾ G. Palmgren, On the Introduction of Roller Bearings into Rolling mills, P. 7

第 1 表

番 號	ローラーベアリング 番 號	d	D	B	ハウジング A H H ₁ F ₁				ジャーナル C E d ₁ d ₂ D _{1min.}				ローラー	ワッシャー B ₀ h h ₁ R				コッター D ₂	壽命曲線 番 號
2	I-28802	120	180	46	215	94	130	8	82.5	91.5	112	102	190	46	14	12	400	26	(27)
3	03	130	195	50	235	102	140	"	87.5	97.5	122	109	205	50	15	13	"	"	(26)
4	04	140	210	53	250	109	150	9	92.5	102.5	132	118	220	53	16	13	"	28	(25)
5	05	150	225	56	270	117	165	10	97.5	108.5	142	127	235	56	17	14	"	30	(24)
6	06	160	240	60	285	125	175	11	102.5	114.5	152	137	252	60	18	15	500	32	(23)
7	07	170	250	60	300	130	180	"	105	117	161.5	146	262	"	"	"	"	34	(22)
8	08	180	265	64	315	138	190	12	110	123	171	155	278	64	19	16	"	36	(21)
9	09	190	280	67	335	146	200	"	115	128	180.5	164	294	67	20	"	"	38	(20)
10	10	200	295	71	350	154	210	13	122.5	136.5	190	173	310	71	21	18	"	40	(19)
11	11	210	310	75	370	161	220	"	130	145	199.5	182	324	75	22	19	"	42	(18)
12	12	220	320	76	385	166	230	14	132.5	148	209	192	334	76	23	"	600	44	(17)
13	13	230	335	80	400	174	240	15	140	156	218.5	200	350	80	24	20	"	46	(16)
14	14	240	350	83	420	182	250	"	145	162	228	208	365	83	25	21	"	48	(15)
15	15	250	365	87	435	189	265	16	152.5	170.5	237.5	"	380	87	26	22	"	"	—
16	16	260	380	90	450	198	275	17	157.5	175.5	247	218	400	90	27	23	700	50	(14)
17	17	270	395	94	470	205	285	"	165	184	256.5	227	415	94	28	24	"	52	—
18	18	280	410	98	490	213	295	18	170	190	266	236	430	98	29	25	"	54	(13)
19	19	290	425	102	510	221	305	"	177.5	198.5	275.5	246	445	102	30	"	"	56	—
20	20	300	440	105	525	228	315	19	182.5	203.5	285	255	460	105	31	26	"	58	(12)
21	21	310	455	109	545	236	325	20	187.5	209.5	294.5	264	475	109	32	27	800	60	—
22	22	320	470	113	560	243	340	21	195	218	304	273	490	113	33	28	"	62	(11)
23	23	330	485	116	580	251	350	"	200	223	313.5	282	505	116	34	29	900	64	—
24	24	340	500	120	600	258	360	22	207.5	231.5	323	291	520	120	35	30	"	66	(10)
26	I-32073	360	530	127	635	275	380	23	219	245	342	308	555	127	38	32	"	68	(9)
28	74	280	560	135	670	290	400	24	231	258	361	325	585	135	40	34	1,000	70	(8)
30	75	400	590	142	710	306	425	26	243.5	271.5	380	342	615	142	43	36	"	72	(7)
31	I-36635	440	650	157	780	338	465	28	268	300	418	376	680	157	47	39	1,100	74	(6)
32	37	480	700	165	840	363	500	30	292	326	456	412	730	165	50	41	"	76	(5)
33	39	520	760	180	910	394	545	33	316	353	494	446	795	180	53	45	1,200	78	(4)
34	41	560	820	195	980	425	590	36	341	381	532	480	855	195	59	49	"	80	(3)
35	43	600	880	210	1,050	456	630	39	365	408	570	515	915	210	63	53	1,300	82	(2)
36	45	640	940	225	1,130	488	675	42	390	435	603	548	980	225	68	56	"	84	(1)

之等を上式に代入すれば

$$\frac{100,000}{2} \times \frac{119.5}{2} = \frac{\pi \times 43^3}{32} \times K_b$$

$$K_b \cong 400 \text{ kg/cm}^2$$

$$(2) \quad d_{min.} = 280 \text{ mm の場合の } K_b = Q_1 \times \frac{1}{2} = W_J \times K_b$$

式中

$$W_J = \text{moment of resistance of journal} = \frac{\pi d^3}{32}$$

$$K_b = \text{allowable bending stress} = Q_1 = 70,000 \text{ kg}$$

故に之等を上式に代入すれば

$$70,000 \times \frac{32}{2} = \frac{\pi \times 28^3}{32} \times K_b \quad K_b \cong 500 \text{ kg/cm}^2$$

然るに實際の Cast Iron の K_b の値としては 2,000 ~ 2,500 kg/cm^2 ¹⁰⁾ を取る事が出来る。従つて上記の寸法のもので充分である事が分る。而して第三、二、一機の場合にはフォードステイルであるから尙更充分である。

且つ第8圖(13)に示す壽命曲線により之等のロードに對して相當に長い壽命を持ち得ると云ふ見當がつくので、

この寸法のローラーベアリングを使用する事に決定した。

3. 使用したるベアリング

a. 構造 第7圖に全體のベアリングの構造を示す。

圖に示した。

(1) ローラーベアリングであつて其の詳細を第9圖に示す。

圖中 (A) アウターレース (Outer race) (B) ローラー (C) リテイナー (Retainer) (D) インナーレース (Inner race)

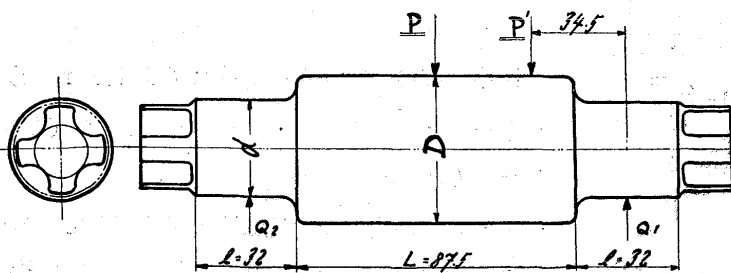
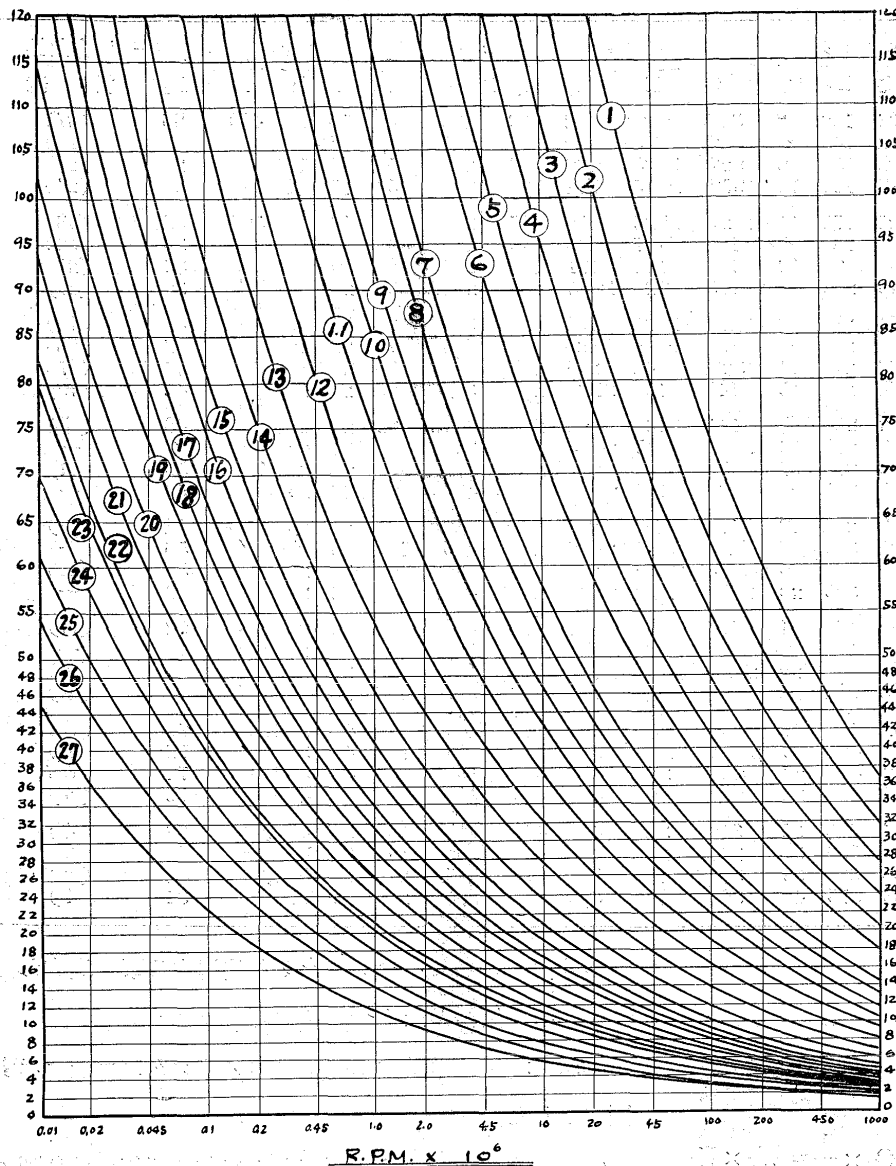
ベアリングの大體の寸法は圖に示す通りであるが、尙ほローラーの寸法は最大直徑 29 mm 長さ 37 mm であつて、個數は一列に 30 個、従つて全體で 60 個である。

(2) 及び (2') リスプ及びナット (Nut) であつて其の詳細を第10圖に示す。

圖中 (A) スリーブ (B) ナット (C) デイスタンスリング (Distance ring) (D) ロッキングスクリーン (Locking screw) (E) キースロット (Key slot) ベアリングはこのスリーブに焼付けせられ、このスリーブがロールのジャーナルにタイトフィットせられるのである。

¹⁰⁾ Hütte, Taschenbuch Für Eisenhüttenleute, S. 625

第 8 圖 ローラーベアングの壽命



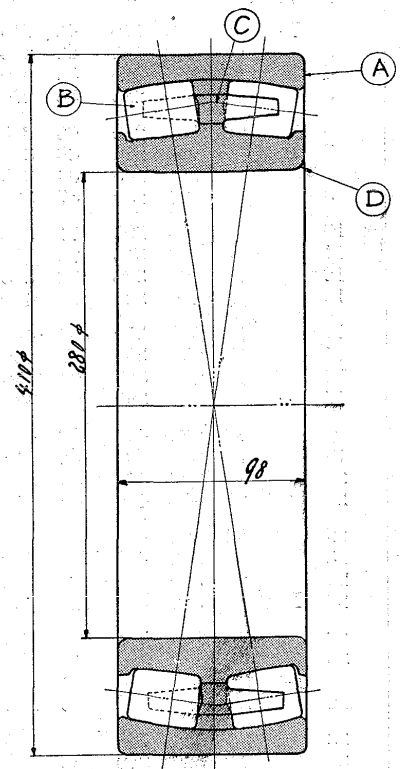
(3) カラー (Collar) であつて其の詳細を第 10 圖 (F) に示した。

圖に見る如く一端に深さの異つた數個のコッタースロット (Cotter slott) があり、之によつて任意にベアリングの位置の調整が出来る。

(4) ハウシング (Housing) を示す。(5) ハウシングカバーを示す。(6) コッターを示す。之に依てベアリングはロールのジャーナルに締付けられる

第 9 圖

SN 363, Roller Bearing,
I-28818



(7) ワッシャーであつて其の詳細を第 11 圖に示す。

圖中 (A) 上下部ワッシャー (B) サイドワッシャー (C) 壓下スピンドル用ワッシャー (D) スタンド用ワッシャー

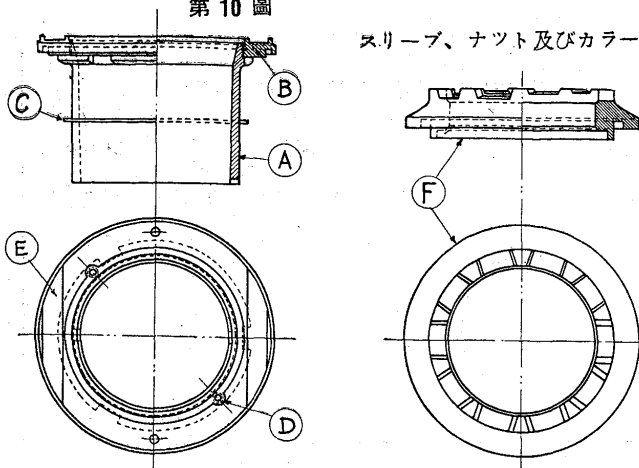
(8) ガイドバー (Guide bar) であつて其の詳細を第 11 圖 (E) に示す。ベアリングは (7) のワッシャー及び (8) のガイドバーにより總て點接觸をなす。(9) スラスト受け金物を示す。(10) 給油口を示す。

寫眞 F は組立てられたベアリング及び上記の各部分品を示す。

尙ほ軸方向のスラストの甚だしき場合には、このラディアルロードを受けるベアリングの他に、第 12 圖に示す如き特種の装置になつたスラストベアリングが用ひられる。

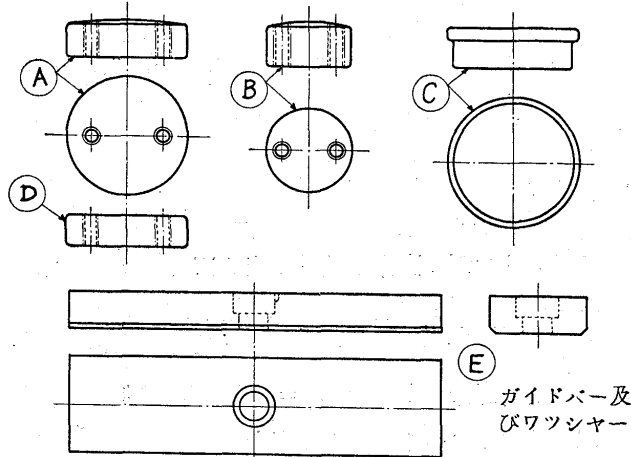
このベアリングには圖に見る如くベアリングの外側に (1) に示した二つのスフェリカルジョイントがあつて、其の内の一つは (2) のボルトによつて T 型の溝に固定され、

第 10 圖

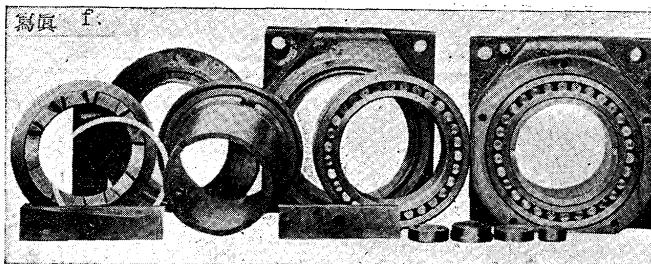


スリーブ、ナット及びカラー

第 11 圖

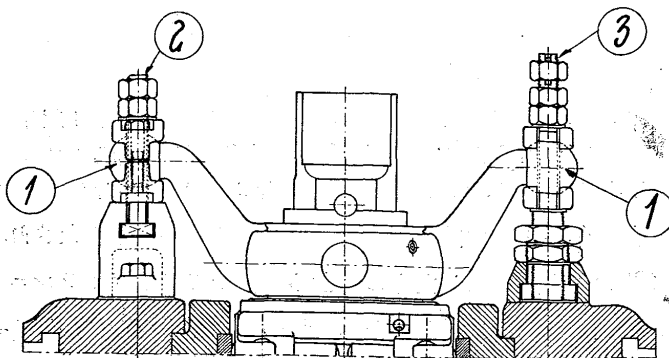


ガイドバー及びワッシャー



他の一つは(3)のアジャステイングスクリューによつて自由に調整が出来る様になつてゐる。従つて唯だ一つのこの

第 12 圖



(3) のスクリューを調節する事によつて、ローラーは軸方向に自由に動き得る。

b. 材 質 化學分析及物理的性質の一例、熱處理溫度及び其の處理より得られたる硬度を示せば第 2 表の通りである。

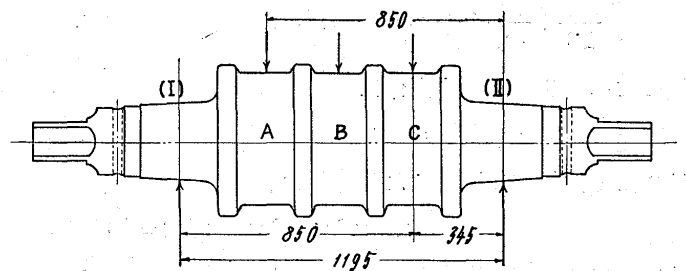
c. 壽命 各スタンド毎のベアリングの壽命を計算によつて求めると次の如くなる。

即ち 各スタンドのローリングプレッシャーは前述の結果により。

第一機	72 吨	第二機	74 吨
第三機	83 "	第四機	100 "

であるが、實際の壓延作業は第 13 圖に示す A, B, C の各ガリバーに於て各 1/3 の鋼塊が壓延されてゐるのであるから、ベアリングロードは之等各カリバー毎に異なるわけである。今このベアリングロード、(I) の場合を求めると

第 13 圖



スタンド	A.カリバー	B.カリバー	C.カリバー
第一機	26 吨	18 吨	10 吨
第二機	26.3 "	18.5 "	10.7 "
第三機	29.5 "	20.75 "	12.0 "
第四機	35.5 "	25 "	14.5 "

となる。(但しベアリングはジャーナル毎に各 2 個宛使用する)

而してベアリングが上記の如く異なる荷重を受ける場合には次の式が用ひられる。即ち

$$\frac{m_1}{M_1} + \frac{m_2}{M_2} + \frac{m_3}{M_3} + \dots = 1 \quad (1)$$

式中 $m_1, m_2, m_3, \dots$ はベアリングがその壽命 $M_1, M_2, M_3, \dots$ に相當するロードで働かれた場合の夫々の回轉數を表す。

(1) 第一機のベアリングの壽命

第 8 圖 (13) の曲線により

26 吨に對する壽命

13 mil. of rev

¹¹⁾ The Ball Bearing Journal, 1928, No. 1, P. 3

第 2 表

名 稱	化 學 成 分								物 理 性 質		熱 處 理		
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	V	抗張力 (kg/mm ²)	延伸率 (%)	焼入温度 (°C)	焼戻温度 (°C)	硬 度 (シヨアー)
ロ ー ラ ー	0.96	0.226	0.36	0.03	0.012	0.198	1.366	0.032	—	—	830	100~200	95~100
レ ー ス	0.905	0.226	0.36	0.02	0.012	0.098	1.488	0.024	—	—	—	—	—
ワ ツ シ ャ ー	0.97	0.23	0.30	0.03	0.02	—	1.44	—	—	—	800~820	400	50~60
ガ イ ド バ ー	0.97	0.20	0.25	0.027	0.006	—	1.56	—	—	—	—	—	—
コ ツ タ ー	1.00	0.30	0.30	0.025	0.015	—	1.50	—	—	—	—	—	—
ス リ ー プ	0.27	0.18	1.04	0.033	0.038	—	—	—	52.3	28	—	—	—
カ ラ ー	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ナ ツ ト	0.24	0.35	0.87	0.022	0.008	—	—	—	50.7	31	—	—	—
ハ ウ ジ ン グ	0.25	0.38	0.63	0.016	0.01	—	—	—	50.7	28	—	—	—
カ バ ー	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ソ テ イ ナ ー	(Cu) 71.00	(Sn) 0.29	(Pb) 1.71	(Zn) 27.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—

18 砲に対する壽命 42 mil. of rev.

10 " " " 250 " " "

而して A. B 及び C の各カリバーで壓延する場合の回転数は同様であるから m_1, m_2, m_3 は何れも X で表す事が出来る。故に上式より

$$\frac{X}{13} + \frac{X}{42} + \frac{X}{250} = 1 \quad X = 9.5 \text{ mil. of rev.}$$

従つてベアリングの全壽命は

$$3X = 3 \times 9.5 = 28.5 \text{ mil. of rev.}$$

然るに 1 回転毎に壓延される重量は

$$0.17 \times 2 \times 4.6 \times \pi \times 7.8 = 38 \text{ kg}$$

故にベアリングの壽命を砲數で表せば

$$\frac{28,500,000 \times 38}{1,000} = 1,083,000 \text{ 砲}$$

平均壽命 $1,083,000 \times 3 = 3,249,000$ 砲

(2) 第二機のベアリングの壽命 同様にして

26.3 砲に対する壽命 12.5 mil. of rev.

18.5 " " " 39 " " "

10.7 " " " 234 " " "

$$\text{故に} \quad \frac{X}{12.5} + \frac{X}{39} + \frac{X}{234} = 1$$

$$X = 9 \text{ mil. of rev.} \quad 3X = 27 \text{ mil. of rev.}$$

1 回転毎に壓延される重量は

$$0.1235 \times 2 \times 4.5 \times \pi \times 7.8 = 27 \text{ kg}$$

故にベアリングの壽命を砲數で表せば

$$\frac{27,000,000 \times 27}{1,000} = 729,000 \text{ 砲}$$

平均壽命 $729,000 \times 3 = 2,187,000$ 砲

(3) 第三機のベアリングの壽命

同様にして

砲に対する壽命 29.5t 20.75t 12t

mil. of rev. 8.5 28 166

故に

$$\frac{X}{8.5} + \frac{X}{28} + \frac{X}{166} = 1$$

$$X = 6 \text{ mil. of rev.} \quad 3X = 18 \text{ mil. of rev.}$$

1 回転毎に壓延される重量は

$$0.088 \times 2 \times 4.45 \times \pi \times 7.8 = 19 \text{ kg}$$

故にベアリングの壽命を砲數で表せば

$$\frac{18,000,000 \times 19}{1,000} = 342,000 \text{ 砲}$$

平均壽命 $342,000 \times 3 = 1,026,000$ 砲

(4) 第四機のベアリングの壽命

同様にして

砲に対する壽命 35.5t 25t 14.5t

mil. of rev. 4 13 80

故に

$$\frac{X}{4} + \frac{X}{13} + \frac{X}{80} = 1$$

$$X = 2.9 \text{ mil. of rev.} \quad 3X = 8.7 \text{ mil. of rev.}$$

1 回転毎に壓延される重量は

$$0.06 \times 2 \times 4.4 \times \pi \times 7.8 = 13 \text{ kg}$$

故にベアリングの壽命を砲數で表せば

$$\frac{9,000,000 \times 13}{1,000} = 117,000 \text{ 砲}$$

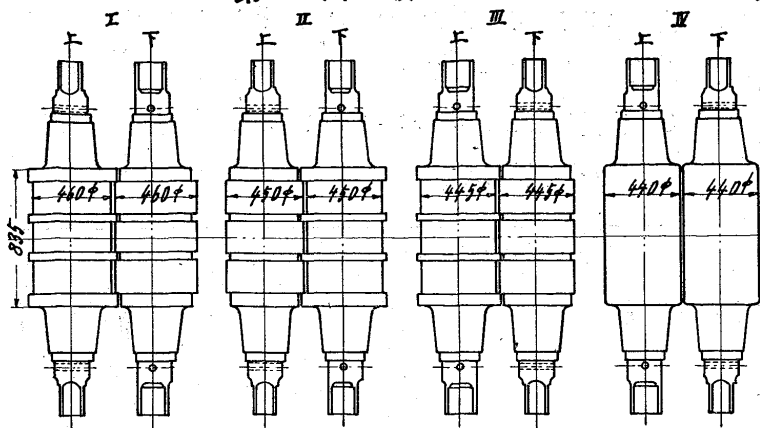
平均壽命 $117,000 \times 3 = 351,000$ 砲

以上の結果を綜合すれば

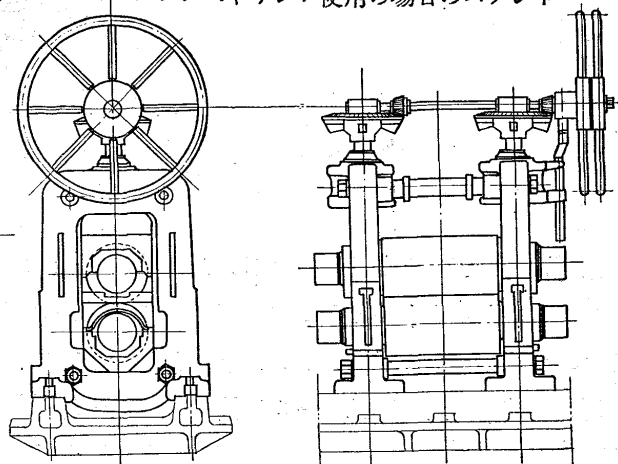
スタンド	第一機	第二機	第三機	第四機
壽命	1,080,000t	729,000t	342,000t	117,000t
平均壽命	3,240,000	2,187,000	1,026,000	351,000

然し乍ら上記の計算は全ベアリング壽命中壓延がなされるものと考へてなしたものである。従つてアイドルランニングは全然考へに入れてない。且つ壓延温度も實際の場合よりも少し低い場合もある。故に實際のベアリングの壽命は

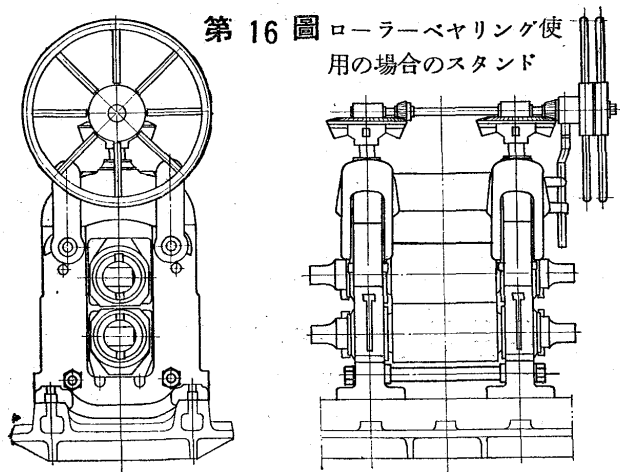
第 14 圖 連續ロール



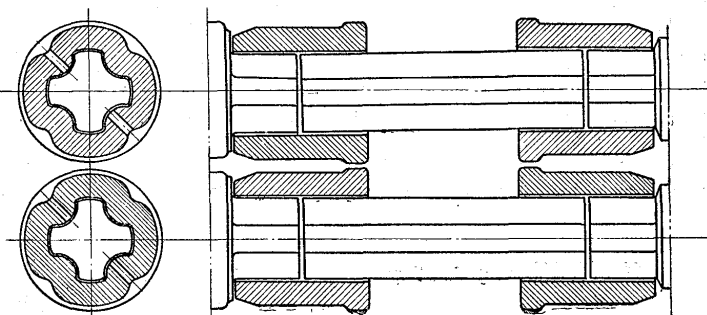
第 15 圖 ブレンベアリング使用の場合のスタンド



第 16 圖 ローラーベアリング使用の場合のスタンド



第 17 圖 舊式カップリング及スピンドル



上記の計算結果よりも幾分短いものであらう。

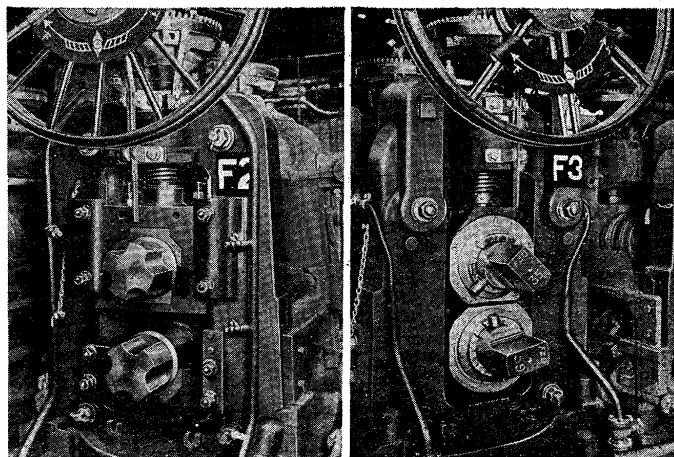
4. ロール ローラーベアリングをジャーナルにタイトフィットしなければならぬ關係上ロールのジャーナルにテーパーをつける必要が生じたので、第 14 圖に示す如く改裝した。このテーパーは 1:12 である。且つ後述の如く従来のカップリングを廢しユニバーサルカップリングを使用する事にしたので、ワブラーの所も圖の如く互に同じ方向に若干傾斜した二つの平面からなつてゐるものに改裝した。尚ほ兩端に近くベアリング締付用コッターの入るべき穴がある。ロール直徑其他の寸法は從來通りである。

5. スタンド 第 15 圖に示した從來のスタンドではローラーベアリングの場合ロール組替が非常に不便なので、第 16 圖に示す如く頭部が簡単に取外せるものに改裝した。寫眞 g 及び h は之等の新舊兩スタンドを示すものである。

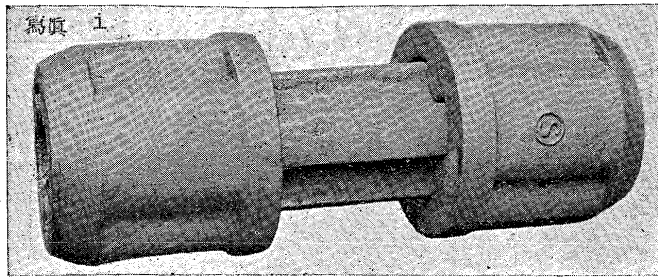
6. カップリング 最初の第四機の改裝の場合カップリングは其儘であつたところがローラーベアリングに改裝した結果ロールは餘り軽く廻り過ぎてカップリングは殆んど働かず、ロードがかゝつた時初めて急激に働くので、其度毎に非常に激しい音響を發し、爲にベアリングの受けるシ

寫眞 g

寫眞 h

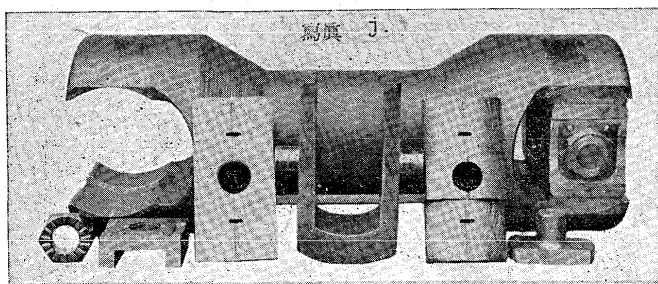


ョックは甚だしいものであつた。従つてロールのワブラー及びカップリングの磨滅も甚大であつて、僅か 1 週間も経たぬ間に取替を要すると云ふ様な事もあつた。夫故に先づ何よりもショックによるベアリングの惡影響を慮り、ユニバーサルカップリングに改裝した。その結果今迄の激しいショックは全然無くなりベアリングは非常にスムーズな回轉をする様になつた。従つてロールのワブラー及びカップリングの磨滅も零となつた。

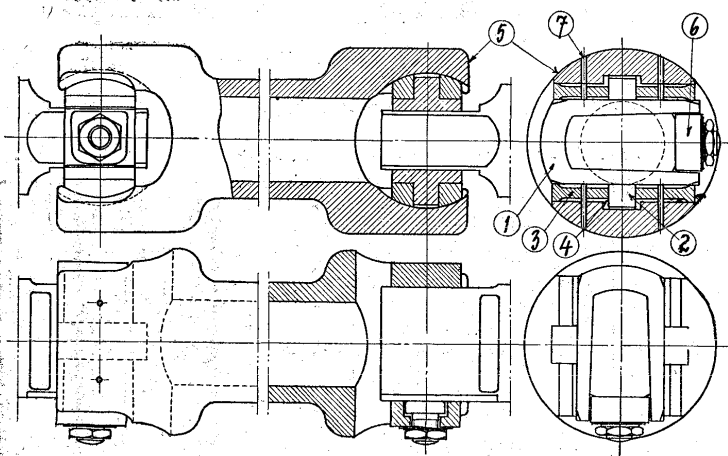


第 17 圖及び寫眞 i は從來のボックスカップリング及びスピンドルを示すものであつて、第 18、19 圖及び寫眞 J はこのユニバーサルカップリングを示すものである。

而して第 18 圖 (1) はロールに接するフォーク (Fork)



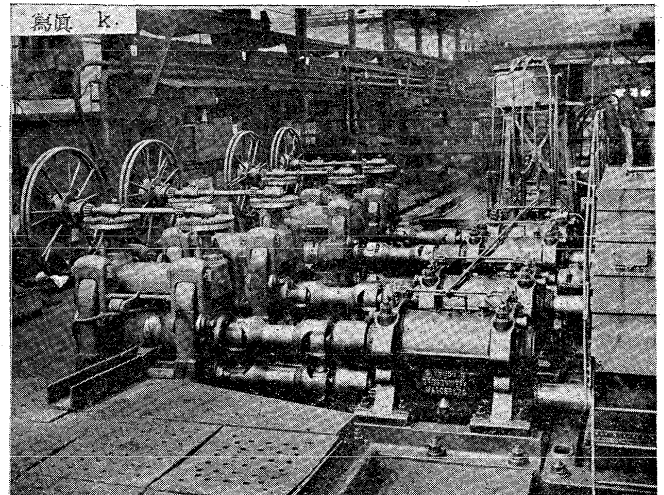
第 18 圖 ユニバーサル、カップリング



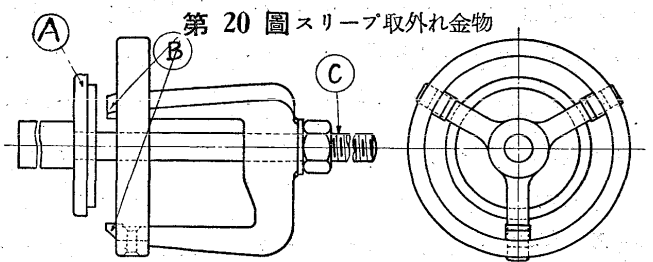
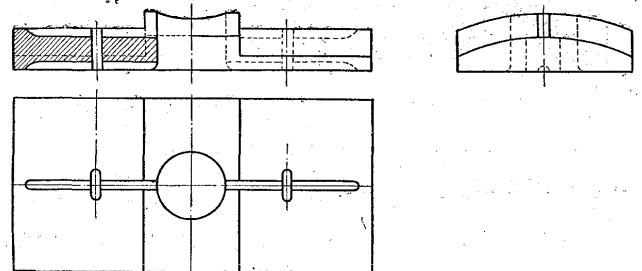
であつて、一端はオープンになつてゐる。尚ほ外側に二つの丸いスタッド (Stud) があつて、この上に (3) に示した二つのブロンズメタルが嵌まる。第 19 圖はこのメタルを示す。圖に見る如くこのメタル外側はシリンダカルであつて (4) に示すフランジ (Flange) があり、之が (5) に示したカップリングヘッドの中に掘られた溝の中に嵌まり込む様になつてゐる。

このカップリングをロールより取外す時は、フラットスプリング (Flat spring) によつて締付けられてゐる、(6) に示したワッシャーを水平に 90 度廻せばよい。従つ

てこのカップリングの取付け、取外しは頗る簡単である。尚ほスライディングサーフェイスへの給油は、(7) に示した油穴よりグリースガン (Grease gun) により壓入される。寫眞 k はこのユニバーサルカップリング側より見たる連続ロール機を示す。



第 19 圖 ユニバーサル、カップリング、メタル



第 20 圖 スリーブ取外れ金物

IV. 使用及維持方法

1. 組立及び取付け 組立及び取付け順序を列挙すると次の通りである。

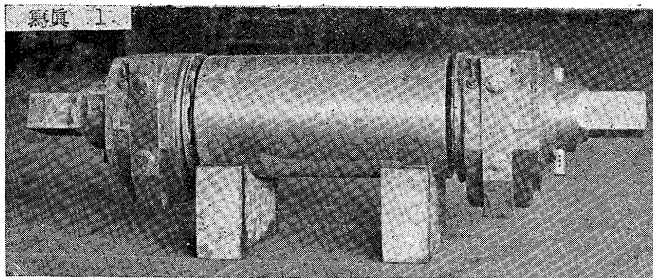
(1) 第 9 圖に示したベアリング 2 個を油中にて約 90°C にて約 1 時間熱し、第 10 圖 (A) に示したスリーブに焼嵌めする (スリーブの外径は $280 + (0.01 \sim 0.045 \text{ mm})$)。

(2) ベアリングが完全に冷却したる後、第 7 圖 (4) のハウジングに嵌め込む。この場合ベアリングとハウジングとはイージーフィットなる事を要する。従つてハウジングの

内径は $410+0.03\text{mm}$ である。

(3) 第 10 圖 (B) のナットをスクリーインシ (D) のロッキングスクリーンでセットする。次に第 7 圖 (5) のハウジングカバーをセットボルトで取付ける。

(4) 精密に仕上げられたロールのジャーナル及びベヤリングスリーブの内面を充分清浄にした後、眼に見えない程薄く油を塗る。そしてベヤリングを軽く叩き乍ら取付ける。もしこの場合油が多過ぎると旨く嵌らぬ事がある。次に第 10 圖 (F) のカラーをハウジングカバーの外側に取付け適当な深さのコッタースロットが旨くコッターの穴に合ふ位置に来る様に廻す。第 7 圖 (6) のコッターは之を押し込む時コッターとコッターの穴との間に汚點を作らない様に、白墨の粉末を混合した油を充分に塗っておく。この



コッターを軽く数回叩いてベヤリングを取付けた後、ジャーナルの末端とカラーの末端面との距離を測り、ベヤリングがジャーナル上を上方に約 2mm 動く迄コッターをハンマーで強く打ち込む。其の後ベヤリングが手で軽く動くかどうか検査する。これで取付けが完了する。写真 1 はこの取付けの完了した第四機のロールを示す。

(5) 次に豫め上部を取外してあるスタンドに上部より静かに入れる。この場合スタンド内面のスロットに取付けられたる第 11 圖 (E) に示す、ガイドバーと、ベヤリングの第 11 圖 (B) に示した横ワッシャーとの隙間の合計は約 0.3mm になる様に、ガイドバーの下にテインプレートを入れて調整する。斯くして上下ロールが入つてしまふと再びスタンド上部を取付ける。

2. 取外し及び分解 ベヤリングをジャーナルから取外す場合は、先づコッターを抜き取りたる後、ロールとナットの外面に豫め作られてあるキースロットに、キーを打込めば容易に取外す事が出来る。ベヤリングの分解は前述の組立を逆に行へばよいわけである。但しスリーブよりベヤリングを拔出す場合は焼締められたるものであるから、第 20 圖に示す特別の金物を使用する。

先づ (A) の部分にスリーブの小なる内径の方を當てが

い (C) なるスクリーンのナットを締付けると、(B) の部分によりベアリングのインナーレースは自然に押され次第に抜け出す。

3. ベヤリング用油 初期のローラーベアリングはカップグリースのみを用いたものであるが、絶えず新しいグリースをポンプで壓入する必要がある、非常にエツキスペンシブである上に、ロール組替等の際パイピングを一々取外す必要がある、甚だ不便であつたので現在ではこの方法を廢し、カップグリース半分にドリルオイル (水と混じて耐腐蝕性乳狀液を作る性質のある) 半分を混じたものに改められてゐる。従つて當社に於てもこの後者の方法を用ひ、グリースはカップグリースと同様の Boco グリースを用ひ、油も同様の Sun Emulso, Salvac C, Soluble M3 等の名稱のものを用ひてゐる。

一般にグリースは油に比し摩擦を増大し且つベヤリング温度が 50°C 以上になればその品質を低下する缺點があるが、ダスト及び水の侵入を防ぎ、油の漏洩を少なくする働があるので、必要缺くべからざるものである。之に反して油は摩擦少く、温度上昇するも何等品質に變化なく、ベヤリングの潤滑剤としては最も適當なものであるが、漏洩し易き缺點がある。従つてこの兩者を混用して各々の缺點を補はしめると甚だ好都合であるので、この方法が一般に用ひられるに至つたものである。この混用した油の量は 1 日にグリースガン 2 つ、約 100gr. で充分であると云はれてゐるが、當社では水の浸入量が相當多いので毎 8 時間に 4 つ或は 5 つ約 $200\sim 250\text{gr.}$ に増加してゐる。

上記グリース及び油の大體の規格を述べると次の通りである。

(1) グリース

Free Mineral Acid	Nil
Free Alkali	0.1 %
Sulphur	0.03 %
Resin	Nil
Salt	"
Neutral Saponifiable Oil	1.0 %
Ash	1.8 %
Moisture	2.0 %
Abrasive Particles (sand, etc.)	Nil
Melting Point	90°C

(2) 油

Free Mineral Acid	Nil
Free Alkali	Trace
Sulphur	0.03%
Ash	Trace
Resin	Nil
Salt	Nil
Flash point (Pensky-Martens apparatus)	150°C
Heat test (15 minutes at flash point),	
slight darkening but no sediment.	
Oil should be pure mineral and have no	
tendency to gum or become sticky.	
Viscosity, 200 Redwood secs. at 100°F	

第 3 表

時 間	グリースのみ の場合の温度 (Boco Grease)	グリースと油とを 混用したる場合の 温度 (Boco Grease + Salvac O)	氣 温
(8年2月25日) 午前8時	28°C (但しグリース+油)	28°C	12°C
9	32	28	13
10	34	28	13
11	33	26	14
12	33	26	15
1	32	25	15
2	33	26	15
3	34	25	15
平均温度	33	26	14

第3表は第二機のフリーエンド側（カツプリングの反対側）の上ロールのベヤリングにはグリースのみ、下ロールのベヤリングにはグリース半分と油半分との混合物を入れた場合のベヤリング温度を示すものである。

即ちグリースと油とを混用した場合はグリースのみの場合に比し、平均 7°C ベヤリング温度が低くなると云ふ結果を得た従つて混用の方が有利である事を知る。

4. 検査及び手入

A、1週1回ベヤリングの發する音響に就て検査をする必要がある。其の發する異音響の種類により大體の原因を推測する事が出来る。即ち

(a) 規則的若しくは不規則的に發生し來る擦過音は、金屬の小片若しくは泥土の如き異物體の混入してゐる事を示す。

(b) 規則正しく物を碾き碎く如き音響を發するのは、ローラーに龜裂を生じたるか、若しくは夫等の部分が不當なる壓搾を受けるため、軸方向の自由運轉を遂行する事が出来ない爲である。又不規則な同種の音響を發生するのは、

リテーナが他のベヤリング部分を擦過することを證するものである。

(c) 動搖的音響（がたつく音）を發するのは、レースの表面若しくはローラーの表面が碎かれつゝある事を示すか或はローラーの不正確なる事を證するものである。又品質劣等なる潤滑剤を用ひた場合にも、ローラーに有害な物質が附着して、往々斯かる音響を發する事がある。

(d) 規則正しく且つ清朗な金屬的音響を發し時々笛聲に類似した音響を交へるのは、ローラー若しくはレースの乾燥即ち滑劑の不充分なる事を示すものである。

(e) 時としては強く、時としては弱くガラガラと響く音を發することがある。之はローラーが緩くてリテーナーとの間隙が多過ぎる事を示すものである。

B、ベヤリングの可及的長命を保つ爲に取付けより約1ヶ月後に最初の點檢を行ひ、其の後は通常の状態にある場合は、年2回検査を行へばよい。

この場合の検査はベヤリングをハウジングより抜き出したる後、ローラーをそのファイリングスロットより一々取り出し、各部を清淨なるガソリンで洗滌し、ローラーの表面及びレース溝とを念入りに検査するのである。

C、可成り長期に亘り壓延作業を休止する場合には、水の混入してゐる今迄の油はすつかり出してしまわなければならぬ。即ち第7圖(3)のカラー及び(5)のハウジングカバーを取外したる後、ベヤリングを水平にして上部よりガソリンを流し込めば古い油はすつかり流れ出てしまふ。而して充分ガソリンが滴り落ちてしまつてから新しい油を入れ、各シーリングパートにグリースを充分塗つておく。

D、1日若しくは2日位の休止の場合には、Cの如くする必要はなく、唯だグリースガン2つ或は3つの新しい油を入れ増しておけばよい。

V. 使用したる結果

1. 電力節約量

a. 推定節約量 第四機をローラーベヤリングに改裝する際、豫め節約し得る電力量は幾何位であらうかとの見當をつける爲に、次の如き計算を行つた。

即ちロールのジャーナルに於て摩擦の爲に失はれる仕事は次の式で表す事が出来る。

$$Ar = 2\pi \mu P r N \quad mkg$$

式中 Ar = 摩擦による損失仕事 μ = 摩擦係數 P = 荷

重 r = ジャーナルの半径 N = 毎分の回轉數

而してプレッパリングの摩擦係數 μ の値は、そのウオーキングコンディションによつて甚だしく異なる或るレンジにあるものであつて、之を初めから幾らとアシユームするのは甚だ大膽且つ困難なものである。J. Puppe¹²⁾はこの μ の値として 0.075 を取る事が出来ると云つてゐるがホツトロリングミルのプレッパリングの μ の値は大體 0.05~0.1 位の範囲にあるものと想像する事が出来る。而して連續ロール機のベアリングのリユースリケーションは其の方法の改良¹³⁾以來非常に旨く實施されてゐるのと、豫想であるので多少低い目に考へて 0.05 をとると、ローラーベアリングの摩擦係數は大體 0.004¹⁴⁾であるから、プレッパリングをローラーベアリングに改装する事によつ

て得られる電力節約量は、上式より次の如くして求められる。

$$\text{電力節約量} = \frac{2\pi(\mu_P - \mu_R)PrN}{60 \times 75} \times 0.736 \text{ K.W}$$

而して μ_P = プレッパリングの摩擦係數 = 0.05

μ_R = ローラーベアリングの摩擦係數 = 0.004

$$P = \frac{100,000}{2} = 50,000 \text{ kg}$$

$$r = 0.15 \text{ m} \quad N = 167 \text{ r.p.m.}$$

故に

電力節約量 =

$$\frac{2\pi(0.05 - 0.004)50,000 \times 0.15 \times 167}{60 \times 75}$$

$$\times 0.736 \text{ K.W} \approx 60 \text{ K.W}$$

従つて第四機全體の節約量 $60 \times 4 = 240 \text{ K.W}$

次に第四機の運轉 1 時間中の實際の壓延時間を求めると

第四機毎分の壓延鋼塊重量

$$= \pi \times 44 \times 167 \times 20 \times 0.6 \times 7.8 = 2,157,106 \text{ gr}$$

第 4 表 6mm

週	電力	週	電力	週	電力
プレッパリング		127-1212	KWH/T	81-85	KWH/T
6年		14-19	12.8	8-13	12.1
4.26-5.2	15.1	21-24	13.0	15-19	11.9
5.4-5.9	16.3		14.5	22-26	12.0
11-16	15.6	7年			11.9
18-22	15.9	1.5-1.9	12.8	8.29-9.2	12.3
25-30	16.4	11-16	12.4	9.5-9.9	11.2
6.1-6.6	13.5	18-23	11.9	12-16	12.6
8-13	13.2	25-30	12.4	19-24	11.8
15-20	14.0	2.1-2.6	11.7	9.26-10.1	11.8
22-27	12.8	8-13	12.4	10.3-10.8	12.0
6.29-7.4	13.8	15-20	12.2	10-15	12.3
7.6-7.11	15.1	22-27	12.1	17-22	12.1
13-18	13.4	2.29-3.5	12.2	24-29	12.3
20-25	13.7	3.7-3.12	12.4	10.31-11.5	12.2
7.27-8.1	14.3	14-19	11.7	11.7-11.11	12.2
8.3-8.8	13.4	21-26	12.1		
10-15	14.1	3.28-4.2	12.8	平 均	11.9
17-22	14.7	4.4-4.9	12.3	第二、三、四機 ローラーベアリング	
24-29	14.3	11-16	12.4		
8.31-9.5	14.2	18-23	12.1	11.14-11.19	11.5
9.7-9.12	15.4	25-30	12.2	20-26	11.0
14-19	12.7	5.2-5.7	12.3	11.28-12.3	11.1
21-26	13.3	9-14	12.1	12.5-12.10	11.0
9.28-10.3	13.0	16-20	11.6	12-17	11.3
10.5-10.10	13.3	平 均	12.3	19-24	11.7
12-17	13.5	第三、四機 ローラーベアリング		25-26	11.9
19-24	13.4			8年	
26-31	13.8	5.23-5.28	11.6	1.5-1.7	11.7
11.2-11.7	14.1	5.30-6.4	11.2	8-14	11.9
平 均	14.1	6.6-6.11	12.0	16-20	11.8
第四機 ローラーベアリング		13-18	11.5	平 均	11.5
		20-24	11.8	全 機 ローラーベアリング	
11.9-11.14	12.0	6.27-7.1	11.8		
16-21	11.8	7.4-7.8	11.9	1.23-1.28	11.1
23-28	12.2	11-15	12.7	1.30-2.4	10.2
11.30-12.5	13.0	18-25	11.9	2.6-2.11	11.2
		25-29	11.8	13-18	10.9
		平 均	10.9	平 均	10.9

第 5 表 67mm

週	電力	週	電力	週	電力
プレッパリング		127-1212	KWH/T	8-13	KWH/T
6年		14-19	11.5	15-19	10.3
4.26-5.2	13.9	21-24	11.2	22-26	11.1
5.4-5.9	14.9		12.6	8.29-9.2	—
11-16	13.3	7年		9.5-9.9	10.4
18-22	14.6	1.5-1.9	11.4	12-16	10.4
25-30	—	11-16	10.9	19-24	—
6.1-6.6	12.2	18-23	—	9.23-10.1	9.9
8-13	—	25-30	10.8	10.3-10.8	10.7
15-20	12.2	2.1-2.6	—	10.10-10.15	10.7
22-27	11.6	8-13	10.8	17-22	10.9
6.29-7.4	12.2	15-20	10.5	24-29	10.7
7.6-7.11	13.6	22-27	11.0	10.31-11.5	10.9
13-18	11.8	2.29-3.5	11.3	11.7-11.11	10.5
20-25	12.3	3.7-3.12	11.6	平 均	10.7
7.27-8.1	12.6	14-19	10.8	第二、三、四機 ローラーベアリング	
8.3-8.8	12.6	21-26	11.0		
10-15	—	3.28-4.2	11.6	11.14-11.19	10.6
17-22	—	4.4-4.9	11.0	20-26	8.9
24-29	—	11-16	11.3	11.28-12.3	10.0
8.31-9.5	—	18-23	—	12.5-12.10	10.0
9.7-9.12	15.0	25-30	11.3	12-17	10.1
14-19	—	5.2-5.7	11.6	19-24	9.8
21-26	—	9-14	10.7	25-26	—
9.28-10.3	—	16-20	10.4	8年	
10.5-10.10	11.4	平 均	11.2	1.5-1.7	—
12-17	—	第三、四機 ローラーベアリング		8-14	10.8
19-24	—			16-20	10.7
26-31	—	5.23-5.28	9.8	平 均	10.1
11.2-11.7	—	5.30-6.4	9.9	全 機 ローラーベアリング	
平 均	12.8	6.6-6.11	10.7		
第四機 ローラーベアリング		13-18	10.2		
		20-24	10.6	1.23-1.28	—
11.9-11.14	10.4	6.27-7.1	10.9	1.30-2.4	9.0
16-21	11.0	7.4-7.8	—	2.6-2.11	9.7
23-28	11.8	11-15	11.3	13-18	9.6
11.30-12.5	11.6	18-22	11.4	平 均	9.4
		25-29	11.1		
		8.1-8.5	12.0		

¹²⁾ 前 掲

¹³⁾ 筆者、鐵と鋼、第 18 年第 1 號、71 頁

¹⁴⁾ SKF 會社 Gothenburg 研究所の實驗結果による

然るに1時間の實際壓延噸数は 40 噸であるから1時間中の實際の壓延時間は

$$\frac{40,000,000}{2,157,106} \approx 20 \text{ 分}$$

故に 電力節約量 = $240 \times \frac{20}{60} \approx 80 \text{ K.W.H}$

然るに第4表により實際の電力節約量は

$$(14.1 - 12.3) \times 40 = 72 \text{ KWH}$$

故にアシュームしたる μ の値 0.05 は大體適當であつた事が分る。

b. 實際節約量

(1) 積電力計より求めたる節約量 厚さ 6, 6.7, 7.73, 9.75 mm の4種のシートバー壓延の際の、各機改裝前後に於ける、積電力計の読みより求めたる所要電力を示すと、第4、5、6、7表の通りである。而して之等の表に

第 6 表 7.73 mm

週	電力	週	電力	週	電力
ブレンベアリング		21-24	KWH/T	8.29-9.2	LWH/T
6年		1.5-1.9	10.3	9.5-9.9	9.7
4.26-5.2	12.5	11-16	10.0	12-16	10.0
5.4-5.9	13.0	18-23	9.9	19-24	9.3
11-16	11.3	25-30	9.8	9.26-10.1	9.5
18-22	12.3	2.1-2.6	9.6	10.3-10.8	9.6
25-30	12.5	8-13	9.8	10-15	9.2
6.1-6.6	11.3	15-20	10.0	17-22	9.5
8-13	9.8	22-27	9.7	24-29	9.3
15-20	11.4	2.29-3.5	10.4	10.31-11.5	9.7
22-27	12.2	3.7-3.12	11.0	11.7-11.11	9.4
6.29-7.4	11.2	14-19	9.4	平均	9.5
7.6-7.11	12.7	21-26	10.0	第二、三、四機	
13-18	10.9	3.28-4.2	10.1	ローラーベアリング	
20-25	11.8	4.4-4.9	9.8	11.14-11.19	8.7
7.27-8.1	11.8	11-16	10.0	20-26	8.3
8.3-8.8	11.2	18-23	9.7	11.28-12.3	8.6
10-15	—	25-30	9.9	12.5-12.10	8.7
17-22	—	5.2-5.7	10.9	12-17	9.0
24-29	—	9-14	9.6	19-24	9.5
8.31-9.5	11.3	16-20	9.5	15-26	8.8
9.7-9.12	—	平均	9.9	8年	
14-19	10.1	第三、四機		1.5-1.7	—
21-26	—	ローラーベアリング		8-14	9.4
9.28-10.3	—	5.23-5.28	9.0	16-20	9.4
10.5-10.10	10.1	5.30-6.4	9.1	平均	8.9
12-17	10.3	6.6-6.11	9.5	全機	
19-24	10.8	13-18	9.5	ローラーベアリング	
26-31	9.8	20-24	9.2	1.23-1.28	8.5
11.2-11.7	10.7	6.27-7.1	9.3	1.30-2.4	8.2
平均	11.3	7.4-7.8	9.4	2.6-2.11	—
第四機		11-15	—	13-18	8.6
ローラーベアリング		18-22	—	平均	8.4
11.9-11.14	10.0	25-29	—		
16-21	9.7	8.1-8.5	9.4		
23-28	9.9	8-13	—		
11.30-12.5	9.6	15-19	—		
12.7-12.12	10.3	22-26	10.8		
14-19	10.1				

掲げたる各電力は壓延鋼塊1噸當りの電力1週間の平均を示すものである。

尚ほこの電力は鋼塊の壓延のみに要する電力以外にスタート及び壓延より次の壓延迄の空轉に要する電力をも含む全電力である。

之等の表より得たる結果を綜合すると第8、9表の通りである。

(2) 電力曲線より求めたる節約量 前記と同様の4種のシートバー壓延の際の、各機改裝毎の、電力自記計より求めたる電力曲線を示すと第21、22、23、24圖の通りである。而して之等の電力曲線は鋼塊温度如何によつて甚だしく影響されるものであるから、連續ロール機嚙込直前の温度總て同一、即ち1,100°Cのものゝみを取つたものである。尚ほ第二荒ロール機より來る鋼塊の長さは殆んど同一なるも、時により多少異なる事あるにつき圖の如く各3個の曲線を取り、その平均を求めて、之によるエラーを可及

第 7 表 9.75 mm

週	電力	週	電力	週	電力
ブレンベアリング		12.7-12.12	KWH/T	8.1-8.5	KWH/T
6年		14-19	8.9	8-13	7.5
4.26-5.2	10.4	21-24	—	15-19	8.0
5.4-5.9	10.4	7年		22-26	—
11-16	9.5	1.5-1.9	—	8.29-9.2	7.8
18-22	10.6	11-16	7.7	9.5-9.9	7.4
25-30	—	18-23	7.4	12-16	7.9
6.1-6.6	—	25-30	7.9	19-24	8.4
8-13	—	2.1-2.6	8.0	9.26-10.1	7.4
15-20	—	8-16	8.2	10.3-10.8	—
22-27	9.0	15-20	8.1	10-15	8.2
6.29-7.4	9.8	22-27	8.8	17-22	8.2
7.6-7.11	9.0	2.29-3.5	7.7	24-29	7.9
13-18	9.3	3.7-3.12	8.3	10.31-11.5	8.3
20-25	9.2	14-19	—	11.7-11.11	8.4
7.27-8.1	11.1	21-26	—	平均	7.8
8.3-8.8	—	3.28-4.2	—	第二、三、四機	
10-15	9.9	4.4-4.9	7.8	ローラーベアリング	
17-22	10.9	11-16	8.4	11.14-11.19	6.7
24-29	9.6	18-23	7.9	20-26	6.8
8.31-9.5	—	25-30	—	11.28-12.3	7.1
9.7-9.12	10.7	5.2-5.7	8.2	12.5-12.10	7.0
14-19	9.1	9-14	8.1	12-17	7.5
21-26	8.6	16-20	7.8	19-24	—
9.28-10.3	8.4	平均	8.1	25-26	7.1
10.5-10.10	8.4	第三、四機		8年	
12-17	8.1	ローラーベアリング		1.5-1.7	—
19-24	8.4	5.23-5.28	—	8-14	7.6
26-31	8.8	5.30-6.4	7.4	16-20	7.4
11.2-11.7	9.6	6.6-6.11	7.7	平均	7.2
平均	9.5	13-18	7.0	全機	
第四機		20-24	8.0	ローラーベアリング	
ローラーベアリング		6.27-7.1	7.6	1.23-1.28	7.0
11.9-11.14	7.7	7.4-7.8	7.8	1.30-2.4	6.6
16-21	8.2	11-15	7.7	2.6-2.11	—
23-28	8.1	18-22	8.0	13-18	7.0
11.30-12.5	8.0	25-26	7.7	平均	6.9

第 8 表 各機改装毎の節約電量

シートバ ー厚さ	第四機 改装によ り(A)	第三機改装に より(B)		第二機改装に より(C)		第一機改装に より(D)	
		(A) に對し	プレンベ アリング に對し	(B) に對し	プレンベ アリング に對し	(C) に對し	プレンベ アリング に對し
6mm	1.8	0.4	2.2	0.4	2.6	0.6	3.2
6.7	1.6	0.5	2.1	0.6	2.7	0.7	3.4
7.73	1.4	0.4	1.8	0.6	2.4	0.5	2.9
9.75	1.4	0.3	1.7	0.6	2.3	0.3	2.6
平 均	1.6	0.4	2.0	0.6	2.5	0.5	3.0

第 9 表 各機改装毎の節約率

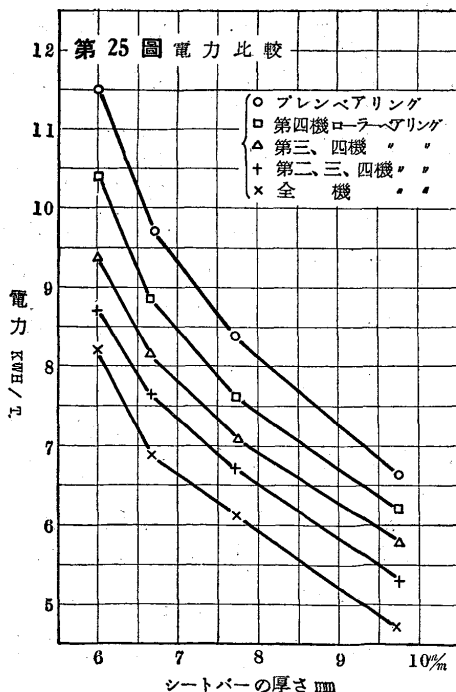
シートバ ー厚さ	第四機改 装により (A)	第三機改装に より(B)		第二機改装に より(C)		第一機改装に より(D)	
		(A) に對し	プレンベ アリング に對し	(B) に對し	プレンベ アリング に對し	(C) に對し	プレンベ アリング に對し
mm	%	%	%	%	%	%	%
6	13	3	16	3	18	5	23
6.7	13	5	17	6	21	7	27
7.73	12	4	16	6	21	6	26
9.75	15	4	18	8	24	4	27
平 均	13	4	17	6	21	6	26

的少くした。

第 10 表は之等の曲線より實測により求めたる電力を示す。

第 25 圖は之等の結果を圖示したものである。

次に上表の結果より各機改造毎の節約電力量及び節約率



を求めれば第 11, 12 表の通りである。

尚ほ上記の結果より 6mm の場合のスタンド別の所要電力の減少率を求めれば第 13 表の通りである。

次に前記の電力曲線より求めたる、空轉の場合の電力の比較をなせば第 14 表の通りである。

2. 其他の利益 ローラーベアリング使用結果として得たる、電力以外の利益を列挙すれば次の通りである。

(1) 給油費の絶無 プレンベアリングの場合絶えず給油しなければすぐジャーナルが加熱せられる恐れがあるの

第 10 表

I. プレンベアリングの場合の電力				
シートバ ー厚 さ	1	2	3	平 均
mm	KWH/T	KWH/T	KWH/T	KWH/T
6	11.3	11.5	11.8	11.5
6.7	9.6	9.8	9.8	9.7
7.73	8.4	8.4	8.5	8.4
9.75	6.9	6.9	6.1	6.6

II. 第四機ローラーベアリングの場合の電力				
シートバ ー厚 さ	1	2	3	平 均
mm	KWH/T	KWH/T	KWH/T	KWH/T
6	10.0	10.8	10.3	10.4
6.7	8.7	8.7	8.9	8.8
7.73	7.3	7.5	8.0	7.6
9.75	6.2	6.2	6.2	6.2

III. 第三、四機ローラーベアリングの場合の電力				
シートバ ー厚 さ	1	2	3	平 均
mm	KWH/T	KWH/T	KWH/T	KWH/T
6	9.4	9.3	9.4	9.4
6.7	8.3	8.4	8.0	8.2
7.73	7.0	7.0	7.2	7.1
9.75	5.9	6.0	5.5	5.8

IV. 第二、三、四機ローラーベアリングの場合の電力				
シートバ ー厚 さ	1	2	3	平 均
mm	KWH/T	KWH/T	KWH/T	KWH/T
6	8.6	8.5	9.0	8.7
6.7	7.6	7.8	7.5	7.6
7.73	6.6	6.7	6.8	6.7
9.75	5.3	5.2	5.3	5.3

V. 全機ローラーベアリングの場合の電力				
シートバ ー厚 さ	1	2	3	平 均
mm	KWH/T	KWH/T	KWH/T	KWH/T
6	7.9	8.4	8.2	8.2
6.7	7.0	6.8	6.9	6.9
7.73	6.0	6.2	6.2	6.1
9.75	4.6	4.7	4.7	4.7

第 11 表

シートバ ー厚さ	第四機改 装により (A)	第三機改装に より(B)		第二機改装に より(C)		第一機改装に より(D)	
		(A) に對し	プレンベ アリング に對し	(B) に對し	プレンベ アリング に對し	(C) に對し	プレンベ アリング に對し
mm	KWH/T	KWH/T	KWH/T	KWH/T	KWH/T	KWH/T	KWH/T
6	1.1	1.0	2.1	0.7	2.8	0.5	3.3
6.7	0.9	0.6	1.5	0.6	2.1	0.7	2.8
7.73	0.8	0.5	1.3	0.4	1.7	0.6	2.3
9.75	0.4	0.4	0.8	0.5	1.3	0.6	1.9
平 均	0.8	0.6	1.4	0.6	2.0	0.6	2.6

第 12 表

シートバ ー厚さ	第四機改 装により (A)	第三機改装に より(B)		第二機改装に より(C)		第一機改装に より(D)	
		(A) に對し	プレンベ アリング に對し	(B) に對し	プレンベ アリング に對し	(C) に對し	プレンベ アリング に對し
mm	%	%	%	%	%	%	%
6.0	10	10	19	7	25	7	29
6.7	9	7	15	7	22	9	29
7.73	10	7	16	6	20	9	27
9.75	6	7	12	9	20	11	29
平 均	9	8	16	7	22	9	29

第 13 表

	第四機	第三機	第二機	第一機
ブレンベアリングの場合のスタン ド別所要電力	KWH/T 3.5	KWH/T 2.9	KWH/T 2.6	KWH/T 2.5
減 少 率	% 31	% 34	% 27	% 20

第 14 表

	電 力	ブレンベアリングの 場合に對する減少率
	KW	%
ブレンベアリング	200	—
第 四 機 改 裝 後	180	10
第 三 機 改 裝 後	165	18
第 二 機 改 裝 後	150	25
第 一 機 改 裝 後	149	30

第 15 表

	ブレンベ アリング の場合	第四機 改裝後	第三機 改裝後	第二機 改裝後	第一機 改裝後
	kg/T	kg/T	kg/T	gr/T	—
黒色グリース	0.53	0.46	0.28	0.2	—
ローラー、ベ アリング用油	—	4	8	12	16

で、給油職工を2名使用してゐたが、之が全然不用になつた。

(2) 油費が殆んど零に近くなつた。従來のブレンベアリング用黒色グリースは全然不用になつたが、その代り若干のローラーベアリング用のグリース及油が必要となつた。然しその量は非常に些少であるので油費は殆んど零に近くなつた。各機改裝毎の黒色グリースの減少及びローラーベアリング用油の増加状態を示せば第15表通りである。

(3) メタル費の絶無 ブレンベアリングの場合可成り使用量の多かつたブロンズメタル費が絶無になつた。次に一機當りの従來のメタル使用量を示す。

- 上ロール上メタル 4個/3ヶ月
- 上ロール下メタル 2個/3ヶ月
- 下ロール下メタル 4個/3ヶ月

(4) カップリング費が殆んど零になつた。

従來のボックスカップリングの使用量は一機當り半ヶ年20個の多量に上つてゐたが、之が全部不用になつた。而してユニバーサルカップリングのメタル費は、磨減が殆んど零に近いので、之に對する費用はネグレヂブルである。

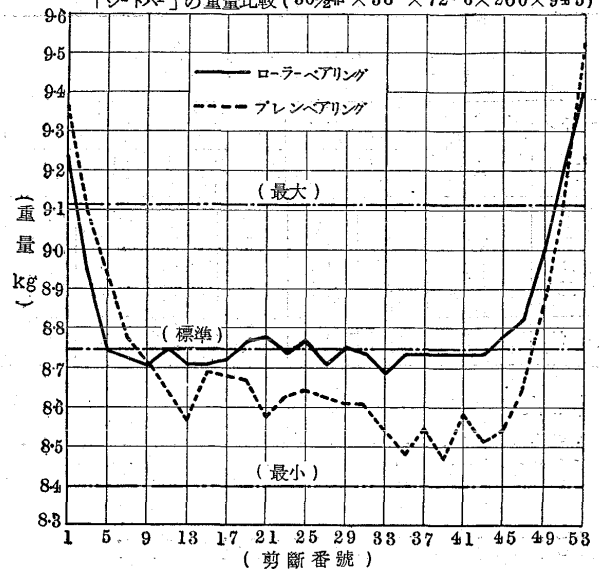
(5) ロール調整の手数が非常に省ける

ブレンベアリングの場合にはジャーナルが非常に熱し易くその度毎にロール調整を一々變更しなければならぬ不便が

ある。ローラーベアリングでは絶対に之がないので、何度も調整し直す必要なく、非常に手数が省ける。

(6) 精密且つ正確なる製品が出来る

前述の如くジャーナルが熱せられると云ふ事は絶対に無く、ベアリング内のクリアランスが非常に少い爲に、壓延

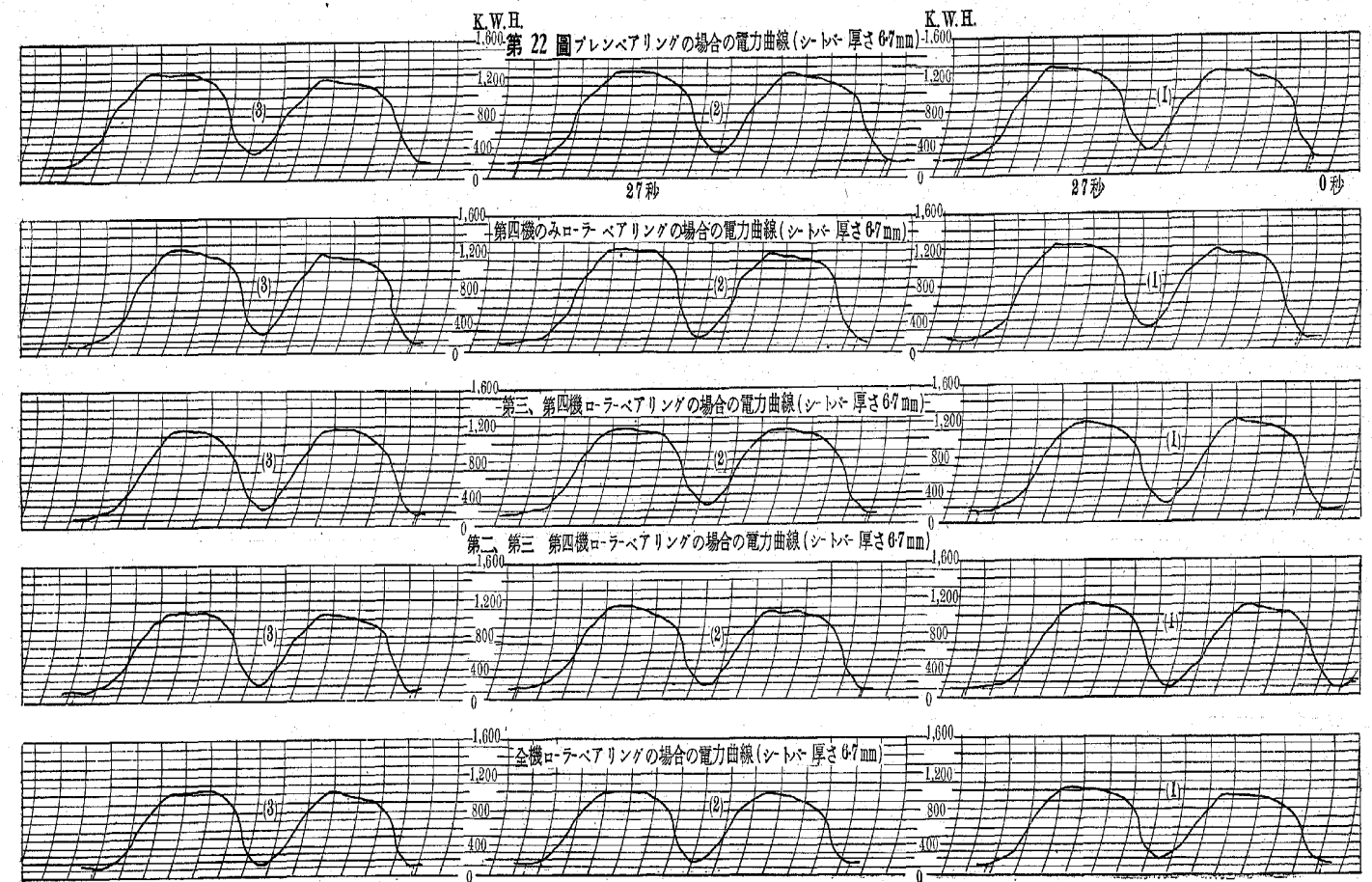
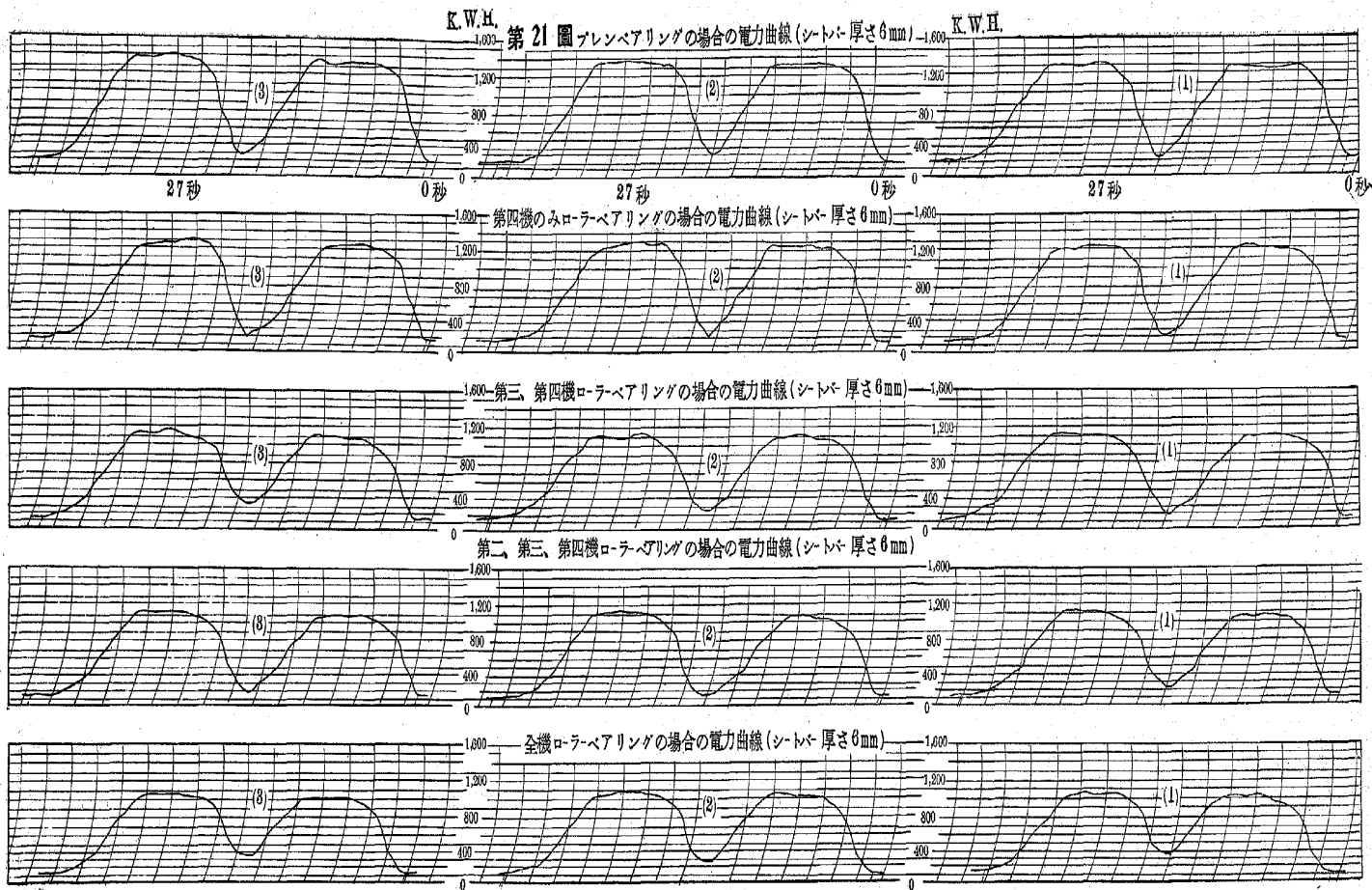
第 26 圖 「ローラーベアリング」に改造前及び後に於ける「シートバー」の重量比較 (80% $\times$ 36 $\times$ 72 $\times$ 6 $\times$ 200 $\times$ 945)

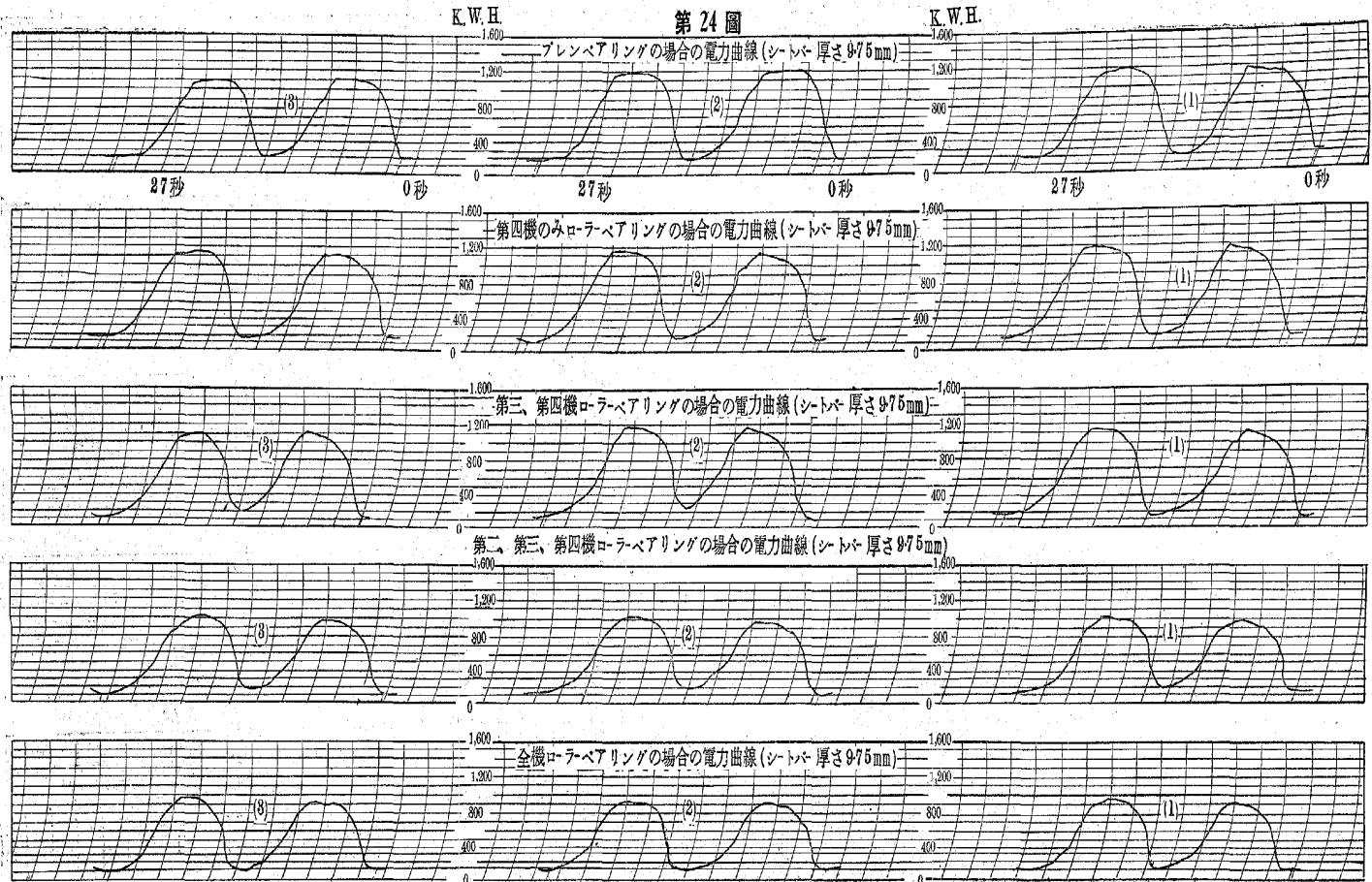
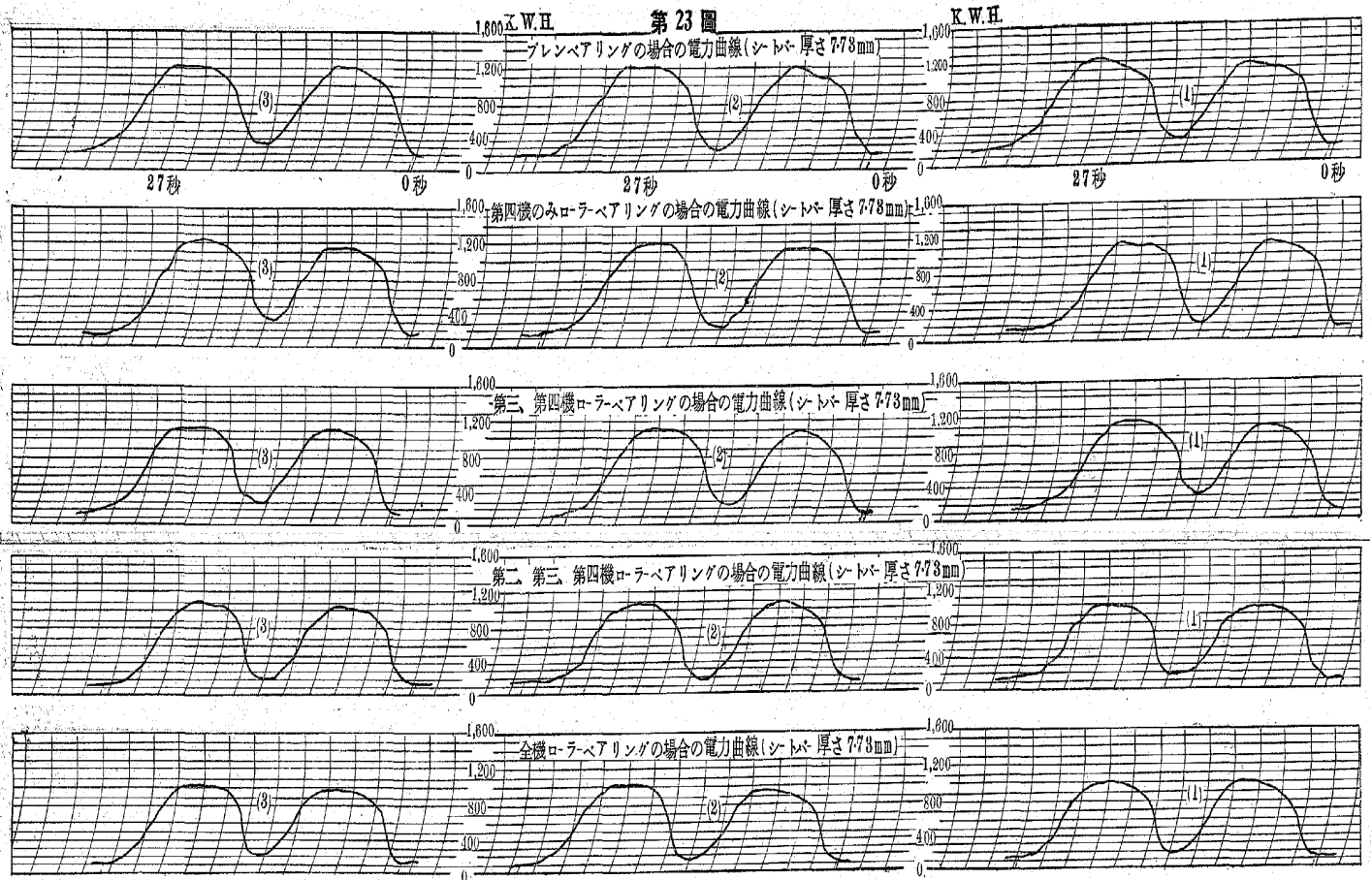
の際のロールの跳上りがブレンベアリングに比し甚だしく少いので、精密且つ正確なる製品が出来る。

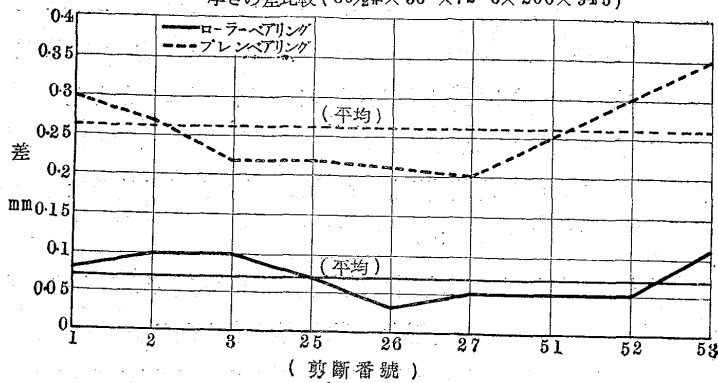
第26圖はブレンベアリングとローラーベアリングとの場合の、頭部より順次に剪断したる各シートバーの重量を示すものであつて、ブレンベアリングの場合にはジャーナルの熱せられる事を恐れ、多少第四機の壓下を上げ氣味従つて引張り氣味に壓延するので、中央部が頭部及び尾部に比し幅が狭くなり、従つて重量が少くなり勝ちであるが、ローラーベアリングの場合は斯かる恐れが全然無いので、充分壓下が出来る。故に中央部と頭部及び尾部との間に於ける重量の差が少い事を示すものである。

第27圖はブレンベアリングの場合とローラーベアリングの場合との壓延されたるシートバーの兩耳の厚さの差が同様の理由によりブレンベアリングに比しローラーベアリングの場合、その差の少い即ち精密なる製品の出来る事を示すものである。

(7) 製産能力が大である 前述の理由によりロールは一度調整すれば、其の後は殆んど變更する必要がなくなつたので、製産能力が非常に大となつた。且つ壓延の際のスピードロップも、ブレンベアリングの場合に比すれば多少少くなつたので、壓延速度は若干早くなつた。





第 27 圖 「ローラーベアリング」に改裝前及び後に於ける「シートバー」の兩耳の厚さの差比較 (80 $\frac{1}{2}$ ×36×72 6×200×945)


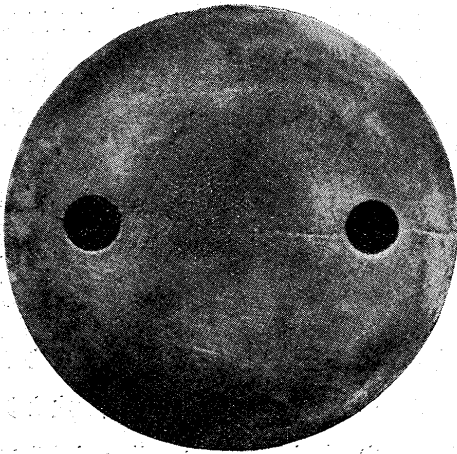
3. 各部の磨減量

(1) ローラーベアリング ローラー、レース等は實際は幾らか磨減するのであるが其の量が極めて少いので之を零と見做すことが出来る。

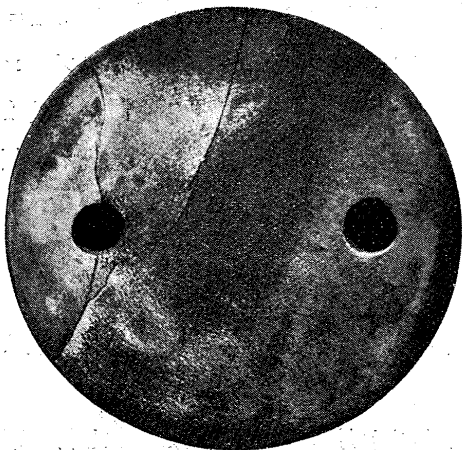
(2) ワッシャー ローリングプレッシャーの最も大である、従つて磨減量の最も大である第四機のワッシャー

寫眞 m

平鋼ローラーベアリング用スタンドワッシャ



Shore Hareness. H. 72.8



Shore Hareness H. 67.3

の、過去1年間に於ける磨減量を示すと次の通りである。

壓下スピンドル用ワッシャー		0.5~0.8mm
上 部	〃	0.5~0.8
横 部	〃	1.5~2.0
下 部	〃	0.8~1.0
ス タ ンド	〃	0.8~1.0

尙ほこの程度の磨減は使用上何等差支えがないので引續き使用してゐる。而してスタンド用ワッシャーは初期に於て一、二度破損した事がある。この原因はワッシャーの下面とスタンド内のスロットの面との接觸

が不良であつた爲であつて、寫眞 m はこの事實を示す。即ち寫眞に白く現れた所は良く接觸した面であつて、黒い所は接觸せざる面を現す。

(3) ガイドバー ローリングプレッシャーの最も大である、従つて磨減量の最も大である第四機のガイドバーの、40 日間の磨減量を示すと次の通りである。

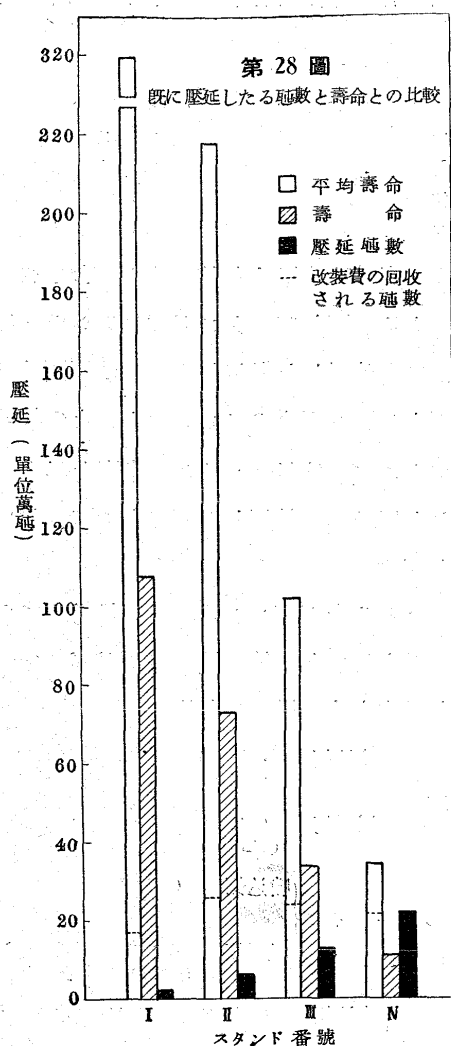
上ロール、 カップリングサイド	嚙込側	0.1 mm (0.15)
	反對側	0.2 mm (0.28)
フリーサイド	嚙込側	0.15 mm (0.16)
	反對側	0.2 mm (0.25)
下ロール、 カップリングサイド	嚙込側	0.15 mm (0.15)
	反對側	0.18 mm (0.15)
フリーサイド	嚙込側	0.08 mm (0.08)
	反對側	0.1 mm (0.1)

括弧内は同じ場所に同じ日数だけ使用せし舶來品の磨減量を示すものであつて、内地品にて何等支障なき事を知つた尙ガイドバーもこの程度の磨減量ならば使用上何等の差支へなきも、容易に取外しグラインド可能なるを以て取外してグラインドし再び使用した。このガイドバーもワッシャー同様初期に於て一、二度破損した事があるが原因は前記と同様であつた。

(4) ユニバーサルカップリングのメタル磨減量を示すと第 16 表の通りである。

第 16 表

スタンド番號	取替に至る迄の使用期間	磨 減 量
1	1.5ヶ月 (引續き使用中)	0.1 ~ 0.3 mm
2	4 〃 (〃)	0.25 ~ 0.5
3	5 〃	0.45 ~ 0.6
4	6 〃	0.6 ~ 0.8



第 17 表

スタンド番号	壓延噸數	壽命	平均壽命
1	20,000噸	1,083,000噸	3,249,000噸
2	54,000	729,000	2,187,000
3	126,000	342,000	1,026,000
4	217,000	112,000	351,000

第 28 圖は之を圖示したものである。

VI. 改裝費の回収期

1. 第四機の回収期

a. 豫 想 先づ第四機改裝に先立つて次の如き豫想をした。即ち改裝費として

(1) スタンド	約 6,500 圓
(2) ローラーベアリング	" 3,900 圓
(3) 其他の各附屬品	" 1,100 圓

合計 11,500 圓

次に節約し得るであらう金額は

(1) 電力費 前述の豫想により節約し得る電力は 2KWH/T である之を金額に直すと

尚ほ第三、四機のメタルはこ程度の磨減量ならば、ローリングプレツシュアの低く且つ廻轉の遅き第一、二機に使用し得べきにつき、このメタルの壽命は非常に長いものである。

4. 現在の壓延噸數 昭和 8 年 2 月 25 日現在の各スタンド別ローラーベアリングの壓延噸數を示すと第 17 表の通りである。

$$2 \times 2.4 = 4.8 \text{ 錢/噸}$$

(2) ベアリングメタル費……………約 2.7 錢/噸

(3) 油 費……………約 0.8 錢/噸

即ち (1)+(2)+(3)=4.8+2.7+0.8=8.3 錢/噸である。

故に上記の改裝費を回収するに要する壓延噸數は

$$1,150,000 \div 8.3 \approx 140,000 \text{ 噸}$$

而して 1 ケ月の平均壓延噸數約 15,000 噸であるから、約 9~10 ケ月でこの費用を回収し得る事となる。

b. 實 際 實際改裝に要したる金額は 16,130 圓である。而して實際節約し得たる金額は

(1) 電力費 最も普通に製作する 6mm の場合を以て豫想をしたのであるから、こゝにもやはりこの場合の電力をとる。

$$\text{即ち } (14.1 - 12.3) \times 2.4 = 4.3 \text{ 錢/噸}$$

(2) 人件費 豫想には入れなかつたが、第三機改裝後 1 人、第一機改裝後 1 人即ち全給油職工を省いた。之を各機に割当てると……………0.6 錢/噸

(3) ベアリングメタル費 第 18 表に示す通りであり。この値は豫想と甚だしく相違するが之は給油方法の改良¹⁵⁾の結果メタルの壽命が甚だしく増大した爲である

第 18 表

使用個數 1 個の壽命 噸當り價格

上ロール上メタル	2	1.5 ヶ月	0.57 錢
上ロール下メタル	"	3 "	0.13
下ロール下メタル	"	1.5 "	0.57
合 計			1.3

(4) 油 費 豫想と同様 0.8 錢/噸 であるが、實際はローラーベアリングに要する油費を之より差引かなければならぬ。而してこのローラーベアリング用の油の使用量は第 15 表により 4 gr/T であるから、この金額は 0.2 錢/噸となる。故に 0.8-0.2=0.6 錢/噸

(5) カップリング費 ユニバーサルカップリングに変更した爲に、前述の一機當り半ケ年の使用量 20 個のボツスカップリングが不用になつた之が金額は 0.7 錢/噸 である。

即ち

$$(1)+(2)+(3)+(4)+(5)=4.3+0.6+1.3+0.6+0.7=7.5 \text{ 錢/噸}$$

故に上記の改裝費を回収するに要する壓延噸數は

$$1,613,000 \div 7.5 \approx 220,000 \text{ 噸}$$

故に約 1 年 3 ケ月にてこの費用を回収し得る事となる。

¹⁵⁾ 前 掲

即ち實際は前記の豫想より約4ヶ月長くかかるわけである

2. 第三機の回收期 改装費 10,360 圓

節約し得たる金額

(1) 電力費	10 錢/噸
(2) 人件費	0.6
(3) メタル費	1.3
(4) 油費	0.8
(5) カップリング費	0.7
合 計	4.4

故に回収に要する壓延噸数は $1,036,000 \div 4.4 \cong 240,000$ 噸であつて、年月は約1年4ヶ月である。

3. 第二機の回收期 改装費 10,260 圓

節約し得たる金額

(1) 電力費	10 錢/噸
(2) 人件費	0.6
(3) メタル費	1.3
(4) 油費	0.3
(5) カップリング費	0.7
合 計	3.9

故に回収に要する壓延噸数は $1,026,000 \div 3.9 \cong 260,000$ 噸であつて、年月は約1年半である。

4. 第一機の回收期 改装費 8,770 圓

節約し得たる金額

(1) 電力費	1.4 錢/噸
(2) 人件費	0.6
(3) メタル費	1.3
(4) 油費	1.1
(5) カップリング費	0.7
合 計	5.1

故に回収に要する壓延噸数は $877,000 \div 5.1 \cong 170,000$ 噸であつて、年月は約1年である。

第 28 圖の點線は之等の各回收期を示すものであつて、第四機は既に改装費を回収し居れる事を知る。

VII. 總 括

當社シートバーミルの連續ロール機のベアリングを全部 SKF スフェリカルローラーベアリングに改装して、次の結果を得た。

1. 節約し得たる電力	約 30%
2. 人件費	100
3. ベアリングメタル費	100
4. 油費	約 80
5. カップリング費	約 100

尙ほこれ以外に精密且つ正確なる製品の製造、作業速度の増大等の利益が得られた。

斯の如くローラーベアリング使用の結果として得られる利益は、獨り電力のみに止らず、上記の如く各方面に及ぶものである。従つて今日尙ほ一般的に用ひられて居らぬローリングミルに於ても、之等のローラーベアリングの有する幾多の優秀なる機能のため、今後は次第に廣く用ひられるに至るものと考へられる。

擱筆するに當り本文の發表を許可せられたる當社小田切取締役、テクニカルカタログを提供し且つ助言を與へられたる日本 SKF 興業株式會社に對し深甚なる謝意を表す。

(昭和8年3月)(了)

○座長(松下長久君) 只今の御講演に付きまして御質問がありますか

○251番(森山達郎君) 此ローラーベアリングを使ふやうになりましてから、其修繕とか組立と云ふやうなものに特別の職工を御使ひになりますか

○宗田太郎君 特別の職工ですか

○251番(森山達郎君) 特別につまり組立てたり或は部分品を集めたりする所の修繕工はどの位要するのですか

○宗田太郎君 それは修繕するとか、或はローラーベアリングを組立てたりする職工は非常に少なくて済むのです、大抵さう云ふ場合は今迄使つて居ります仕上工にやらせて居ります、大抵 2~3 人位居りましたら充分だらうと思ひます

○251番(森山達郎君) 別に外の人をそれが爲に新しく殖やすと云ふやうな必要はございませぬか

○宗田太郎君 ございませぬ、却つて減ずる位であります

○86番(廣瀬政次君) 只今の御話の中にありましたのですが、其處にテーパーを御つけになつて居ると云ふことでありますが、さうしますと、今までよりは細くなりませぬでせうか

○宗田太郎君 左様でございます、どうも其所が弱くなつて居りますが、其ベアリングの所にテーパーをつけて色々計算を致して見ますと、是で充分だらうと云ふ計算が出たのであります